

Kuonankuljetusajoneuvojen ennakoivan huollon parantaminen

Tomi Heikkilä

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2015

ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokummun Tornion tehtaiden Tuomas Nikulaa työn tarjoamisesta, opastamisesta ja hyvistä ohjeista. Tahdon myös kiittää TkL Timo Kauppia opastuksesta ja ohjaamisesta.

Lisäksi haluan kiittää myös kaikkia läheisiäni koulutyöni aikana saamastani tu-
esta.

Oulussa 21.10.2015

Tomi Heikkilä

Tekniikka ja liikenne
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Tomi Heikkilä	Vuosi	2015
Ohjaaja	TkL Timo Kauppi		
Toimeksiantaja	Outokumpu Stainless Oy		
Työn nimi	Kuonankuljetusajoneuvojen ennakoivan huollon parantaminen		
Sivu- ja liitemäärä	60 + 4		

Opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oy:n Tornion tehtaalle. Työn tarkoituksena oli selvittää terässulaton prosessissa toimivien kuonankuljetusajoneuvojen tämänhetkinen kunto ja parantaa niiden ennakoivaa huoltoa mahdollisuuksien mukaan. Koneiden kunto selvitettiin analysoimalla niiden huoltohistoriaa ja haastatteleamalla koneiden parissa työskenteleviä henkilöitä. Yksi työn tavoite oli myös selvittää jokaiselle koneelle mahdollinen peruskorjauksen tarve kunnan ja konekohtaisten kunnossapidon kustannusten perusteella. Lisäksi työssä pyrittiin selvittämään mahdolliset kehityskohteet.

Työ aloitettiin käymällä läpi tuhansia rivejä koneiden kunnossapitotietoja, jotka haettiin kunnossapidon tietojärjestelmästä sekä SAP-järjestelmästä. Analysoitavaa kunnossapitotietoa oli käytettävissä koneiden käyttöönoton ajankohdasta nykypäivään saakka. Lisäksi työn alkuvaiheessa haastateltiin koneiden käyttö- ja huoltohenkilöitä. Haastatteluiden avulla saatiin parempi kuva koneiden sekä niiden huollon toiminnasta sekä kehityskohteista. Tässä vaiheessa tarkasteltiin myös koneiden nykyistä ennakko- ja huolto-ohjelmaa ja tutkittiin, miten sitä voisi tehostaa.

Tutkimuksessa saatiin selville koneiden tämänhetkinen kunto ja niiden kunnossapidosta aiheutuneet kustannukset. Niiden perusteella saatiin myös määritettyä kullekin koneelle peruskorjauksen tarve. Lisäksi tutkimuksessa selvisi myös koneiden ja niiden huollon kehityskohteet.

Työn konkreettisina tuloksina syntyi erilaisia taulukoita ja tilastoja, joista käy ilmi koneiden vuosittaiset varaosakulutukset ja kustannukset. Lisäksi luotujen työhistoriatilastojen perusteella kohdennettiin eniten vikaantuvat kohteet koneissa ja niiden rakenteissa. Näiden tietojen avulla koneille laadittiin nykyisen ennakko- ja huolto-ohjelman rinnalle erilaisia huoltoa ja koneiden kunnonvalvontaa tehostavia ohjelmia, kuten tarkastuksia.

Industry and Natural Resources
Technology
Machine and Production
Engineering

Author	Tomi Heikkilä	Year	2015
Supervisor(s)	Timo Kauppi, MSc, LicSc (Tech)		
Commissioned by	Outokumpu Stainless Oy		
Subject of thesis	Development of Slag Carrier Proactive Maintenance		
Number of pages	60 + 4		

This study was done for Outokumpu Stainless Oy Tornio Works. The aim of this study was to find out the current condition of slag carriers and develop their proactive maintenance. The condition of the machines was clarified by analyzing their maintenance history and by interviewing the employees working with the machines. One of the aim of this study was also to find out potential need for the basic repair of each machine based on the condition and costs of the maintenance. In addition, the study aimed to find out the potential developments.

The study was started by going through thousands of lines of machine maintenance data which was retrieved from the maintenance information systems. The data was available for the whole life cycle of the machines. The clarifying phase of the work also included interviews which were carried out with operating and maintenance employees to get a better picture of the machines, their maintenance activities and developments. The present proactive maintenance program of the machines was also examined and studied how it could be more effective.

The study revealed the current condition of the machines and the costs of maintenance. On their basis it was also determined a need for the basic repair of each machine. In addition, the research revealed targets for the developments of the machines and their maintenance.

As a result of the study, a variety of tables and statistics showing annual consumption of spare parts and the costs were created. The most faulty objects and structures of the machines were also found by using the maintenance history statistics. Using this information, multiple programs were designed to support the present proactive machine maintenance and condition monitoring.

Key words slag carrier, maintenance, proactive maintenance.

SISÄLLYS

SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 OUTOKUMPU OYJ	7
2.1 Tornio Works	8
2.2 Terässulatto	10
2.3 Kuonankuljetusajoneuvot	11
3 KUNNOSSAPITO	14
3.1 Ajoneuvohuolto	15
3.2 Raskaankaluston huollon toiminta	16
3.3 KUTI-järjestelmä	19
4 TEHDYT TUTKIMUKSET	20
4.1 Kunnossapitohistoria	20
4.2 Alihankkijoiden toimittamat tiedot	22
4.3 Henkilöhaastattelut	22
5 TULOKSET	23
5.1 SUPRA 3	23
5.2 SUPRA 4	27
5.3 SUPRA 5	31
6 TULOSTEN TARKASTELU	35
6.1 Ennakkohuoltotyöt	40
6.2 Varaosat	43
6.3 Kehityskohteet	47
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	53
LÄHTEET	55
LIITTEET	56

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oy:n aloitteesta ja itse aiheen antoi kunnossapitoinsinööri Tuomas Nikula. Opinnäytetyön aiheena on Tornion terästehtaan terässulaton prosessissa toimivien kuonankuljetusajoneuvojen ennakoidun huollon parantaminen.

Opinnäytetyön aihe tuli ajankohtaiseksi, koska kuonankuljetusajoneuvoille ei ollut aiemmin tehty perusteellisia huoltohistorioiden tarkasteluja. Ennen työn aloittamista oli olemassa vain yksittäisten koneiden vikahistoriat, mutta kolmen koneen vertailua ei ollut tehty. Vertailemalla näiden lähes identtisten koneiden vikahistorioita saataisiin laajempi näkemys koneiden kulumisesta ja huoltohistorian kehityksestä. Niiden perusteella voitaisiin lähteä määrittämään koneille myös uuden koneen hankintaväli.

Työssä tutkittiin raskaaseen kalustoon kuuluvia kuonankuljetusajoneuvoja. Työn tavoitteena on:

1. laatia kuonankuljetusajoneuvoille kustannustehokas ennakko-
huolto-suunnitelma
2. selvittää kuonankuljetusajoneuvoille materiaalikulutus ja tehdä sen
perusteella varaosien kriittisyystarkastelu, jossa huomioidaan myös
niiden saatavuus
3. tutkia raskaankaluston huollon kannattavuutta ja sen yleistä toiminta-
ta
4. selvittää huoltokustannusten kasvu suhteessa ajoneuvon uusintaan
5. selvittää mahdolliset kehityskohteet.

Työ rajattiin koskemaan vain kuonankuljetusajoneuvoja Supra 3, 4 ja 5 niiden samankaltaisuuden vuoksi. Tehtaalla myös käytössä olevat kuonankuljetusajoneuvot Sisu, Supra 1 ja Kamag jätettiin opinnäytetyössä tehdyn tutkimuksen ulkopuolelle.

2 OUTOKUMPU OYJ

Outokumpu on ruostumattoman teräksen markkinajohtaja maailmassa. Yritys valmistaa edistyksellisiä tuotteita, jotka ovat tehokkaita, kestäviä ja kierrätettäviä. Näillä tuotteilla Outokumpu pyrkii auttamaan rakentamaan maailmaa, joka kestää ikuisesti. (Outokumpu Oy 2015c.)

Yritys valmistaa ruostumatonta terästä tuotantolaitoksissaan Suomessa, Saksassa, Ruotsissa, Isossa-Britanniassa, Yhdysvalloissa, Kiinassa ja Meksikossa. Kaiken kaikkiaan Outokummulla on toimintaa 41 maassa ja sen henkilöstömäärä oli vuoden 2014 lopussa 12 125 henkilöä, joista noin 2400 Suomessa. Vuonna 2014 yrityksellä oli liikevaihtoa 6844 miljoonaa euroa ja ruostumattoman teräksen toimitukset kaiken kaikkiaan 2 554 000 tonnia. (Outokumpu Oy 2015c.)

Outokumpu Oyj:n pääliiketoiminta-alue, ruostumaton teräs, jakautuu neljään eri liiketoiminta-alueeseen, joita ovat Stainless EMEA, Stainless Americas, Stainless APAC ja Specialty Stainless. Näistä Stainless EMEA koskee Euroopan, Lähi-idän ja Afrikan aluetta ja on Outokummun liiketoiminnoista suurin ja se kattavin, yli puolet yrityksen myynnistä. Coil EMEA – liiketoiminta-alue kokoa kaiken standardi- ja erikoisterästen nauhatuotannon ja myynnin tällä alueella yhden johdon alle. Stainless Americasin eli Amerikan liiketoiminta-alueen asiakkaita ovat muun muassa auto- ja kuljetusteollisuus, kodinkonevalmistajat, öljy- ja kaasuteollisuus, kemian ja petrokemian teollisuus, ruoan ja juomien valmistajat ja rakennusteollisuus. (Outokumpu Oy 2015a.)

APAC:n eli Aasian ja Tyynenmeren alueella käytetään noin 60 % maailman ruostumattomasta teräksestä ja alue kasvaakin ruostumattoman teräksen markkina-alueista nopeimmin. Speciality Stainless erikoisliiketoiminta-alueeseen kuuluu kolme liiketoimintalinjaa. Ensimmäinen niistä on Long Products, joka vastaa ruostumattomasta teräksestä valmistetuista pitkistä tuotteista. Näitä tuotteita ovat muun muassa tangot, ohuet tangot kiepillä, langat, valssatut teelmät, betoniteräkset ja hitsatut putket. Muita liiketoimintalinjoja ovat Special Plate, joka vastaa

kvarttolevyjen valmistuksesta raskaalle teollisuudelle sekä öljy-, kaasu- ja kemi-
anteollisuudelle. Special Coil vastaa lähinnä useiden austeniittisten ja austeniit-
tisferriittisten, ruostumattomien ja haponkestävien erikoisterästen valmistuk-
sesta. (Outokumpu Oy 2015a.) Kuvassa on esitetty Outokummun toiminta maa-
ilmalla (kuva 1).

Outokumpu toimii eri puolilla maailmaa



Kuva 1. Outokummun toiminta maailmalla (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

2.1 Tornio Works

Outokummun Tornion tehtaat on maailman integroiduin ruostumattoman teräk-
sen tuotantolaitos. Tehdasalueella sijaitsee ferrokromitehdas sekä kaikki ruostu-
mattoman teräksen tuotannon osastot: terässulatto, kuumavalssaamo ja kylmä-
valssaamot 1 & 2. Lisäksi tehdasalueen välittömässä läheisyydessä on satama,
jonka kautta tehtaalla valmistetut tuotteet viedään maailmalle. Samassa sata-
massa myös vastaanotetaan erilaisia raaka-aineita tehtaan käyttöön. (Outo-
kumpu Oy 2015b.)

Tornion tehtaisiin kuuluu myös Keminmaassa sijaitseva Kemin kaivos, josta tehdas saa tärkeimmän raaka-aineensa ferrokromin. Tämä raaka-aine tekee teräksestä ruostumattoman ja sen saanti onkin turvattu pitkälle tulevaisuuteen. Kromin lisäksi Tornion tehtaiden merkittävin raaka-aine on kierrätysteräs, jota on valmiista tuotteesta keskimäärin yli 80 prosenttia. (Outokumpu Oy 2015b.)

Tornion tehdasalueen (kuva 2) pinta-ala on hieman yli 600 hehtaaria, josta rakennettuja kerrosneliömetrejä on yli 56 hehtaaria. Tornion tehtaiden henkilöstömäärä on noin 2150, minkä lisäksi tehdasalueella työskentelee päivittäin urakoitsijoiden ja yhteistyökumppaneiden työntekijöitä noin 300 henkilöä. (Outokumpu Oy 2015b.)

Tehtaan nykyinen tuotantokapasiteetti on 560 000 tonnia ferrokromia. Määrä on kaksinkertaistunut ferrokromitoimintojen laajennuksien ansiosta. Lisäksi tehdas valmistaa vuodessa 1,2 miljoonaa tonnia nauhatuotteita ja 1,65 miljoonaa tonnia aihioita. (Outokumpu Oy 2014.)



Kuva 2. Outokumpu Tornio Works (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

2.2 Terässulatto

Terässulatto on yksi ruostumattoman teräksen valmistusprosessin vaiheista, jossa ferrokromisulatolta saapunut sula ferrokromi kaadetaan ferrokromikonvertteriin. Konvertterissa sulasta poistetaan pii ja osa hiilestä. Tämän jälkeen terässulaton valokaariuuniin panostetaan kierrätysterästä, nikkeliä, molybdeenia, ferrokromia ja koksia. Seoksen sulettua siitä poistetaan kuona, joka viedään jälkikäsittelyyn kuonankuljetusajoneuvolla. Kuona on prosessissa syntyvä sivutuote, joka sisältää ei-toivottuja alkuaineita, kuten epämetalleja, alkali- ja maa-alkalimetalleja sekä sivukiveä. Kuonaton sula sekoitetaan sulan ferrokromin kanssa ja siirretään senkassa AOD-konvertteriin. Siellä seoksesta poistetaan hiili ja rikki sekä lisätään seosaineita, joilla saadaan aikaan haluttu ruostumattoman teräksen koostumus. Tämän jälkeen sula siirretään senkka-asemalle, jossa sille tehdään lopulliset käsittelyt ennen valua. (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

Viimeisessä terässulaton prosessin vaiheessa sula siirtyy jatkuvavalukoneelle, jossa teräs valun aikana jäähdytetään ja katkaistaan ruostumattomiksi teräsaihi-
oiksi. Terässulatoilta keskimäärin 14 m pituiset, 167-185 mm paksut, 1000-1620 mm leveät ja noin 16-26 tonnia painavat aihiot kuljetetaan jatkokäsittelyyn kuumavalssaamolle. Kuvassa 3 on esitetty terässulaton prosessin vaiheet. (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

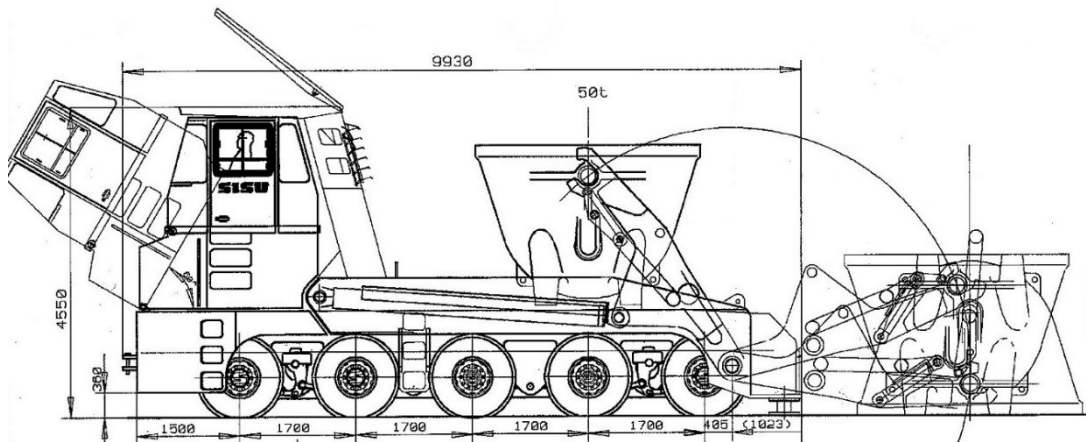


Kuva 3. Terässulaton prosessin vaiheet (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

2.3 Kuonankuljetusajoneuvot

Outokummun Tornion terästehtaan prosessissa toimii kuonankuljetusajoneuvoja, joiden tehtävänä on kuljettaa terässeoksen sulatuksen yhteydessä muodostunut sula kuona terässulatolta jatkokäsittelyyn. Tehtaan kuonankuljetusajoneuvot ovat pääasiassa Supria, joiden alusta on alun perin suunniteltu Sisun toimesta kaivos-toimintaa varten. Kuonankuljetusajoneuvon lavarakenteet ja aisasto ovat Outokummun suunnitteleamia ja valmistuttamia. Supran valmistajana on Sisun aikojen jälkeen toiminut Tamrock, joka myöhemmin siirtyi Sandvikin omistukseen ja sen nimeksi tuli Sandvik Mining and Construction Oy. (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

Kaivosteollisuuteen valmistettu malli kulkee nykyisin nimellä Sandvik TH 680. Kone eroaa Outokummun kuonankuljetusajoneuvoista lähinnä lavaosaltaan, mutta muuten tekniset ominaisuudet ovat lähes samat. Kaivosteollisuuden versiolla on pituutta noin 11,6 metriä, leveyttä 3,9 metriä ja korkeutta 3,8 metriä. (Sandvik AB 2010.) Näistä mitoista kuonankuljetukseen valmistettu versio eroaa jonkin verran (kuva 4).



Kuva 4. Supran rakennekuva (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

Konetta liikuttaa Detroit Diesel S-60 –moottori, jonka teho on 317 kW eli noin 425 hv. Moottorin jatkeena toimii Allison HD 4060P 5-vaihteinen vaihdelaatikko. Kuonankuljetusajoneuvo kykenee nostamaan lavalta noin 65 000 kg:n painoisen kuonapadan, joten se on tähän käyttötarkoitukseen maksimikuorman paino. Kaivosteollisuuteen suunnitellun version maksimi kuormankantokyky on noin 80 000 kg.

Koneessa on 5 akselia, joista kullakin on 4 rengasta. Akseleista neljä on kääntyviä, joten koneen kääntösäde on pieni ja käsiteltävyys helppoa ahtaammissakin olosuhteissa. Lisäksi koneen akseleista kaksi on vetäviä. (Sandvik AB 2008.) Kuvissa 5 ja 6 nähdään kuonankuljetusajoneuvo Sandvik Supra 5.



Kuva 5. Kuonankuljetusajoneuvo Supra 5 Outokummun Tornion tehtaalla.



Kuva 6. Kuonankuljetusajoneuvo Supra 5.

3 KUNNOSSAPITO

Outokummun Tornion tehtailla kunnossapitotoiminnot on jaettu kahteen ryhmään: käynnissäpitoon ja keskitettyihin kunnossapitopalveluihin. Nämä ryhmät muodostettiin vuonna 2012 tehdyn uudelleenorganisoinnin tuloksena. Tuolloin osa kunnossapitohenkilöstöstä siirtyi eri tuotantoalueille käynnissäpitoon ja loput keskitettyyn kunnossapitopalveluun. Lisäksi käyttöhenkilöstön roolia kunnossapitotöissä korostettiin ja he ovatkin nykyisin osa kunnossapitoresursseja. Lähtökohdana muutoksille oli se, että käyttöhenkilöt perehtyisivät paremmin linjojen kunnossapidettävyyteen ja näin ollen pitäisivät parempaa huolta koneista ja laitteista. Näillä muutoksilla Outokumpu pystyy tehokkaammin hyödyntämään omia resurssejaan ja saa sen myötä ennakoivan kunnossapidon avulla rahallisia säästöjä ja linjojen käyttöasteen nousua. (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

Kunnossapidon ensisijainen tehtävä nykyisen käsityksen mukaan on pitää laitteet toimintakunnossa. Kunnossapitoon toki kuuluvat rikkoutuneiden laitteiden ja koneiden korjaukset, mutta itse korjaustoiminta ei ole kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapitoa ei nähdä enää nykyisin aikaisemmista ajoista poiketen kustannuksena vaan tärkeänä tuotannontekijänä, jonka avulla mahdollistetaan linjojen käytettävyys ja näin ollen pystytään varmistamaan tuotantolaitoksen kilpailukyky. Yleensä kunnossapitäjillä itsellään on selkeä käsitys siitä, mitä he tekevät ja samalla kokemuksenkin kautta ymmärtävät, mitä kunnossapidolla tarkoitetaan. Tämä käsitys tosin vaihtelee huomattavasti sen mukaan millaisia kunnossapidon työtehtäviä kukin tekee. (Mikkonen 2009, 25.)

Standardissa PSK 6201 määritellään seuraavasti: ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana”. Lisäksi eurooppalainen standardin SFS-EN 13306 määritelmä kunnossapidosta kuuluu seuraavasti: ”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista

teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” (Mikkonen, 2009, 25.)

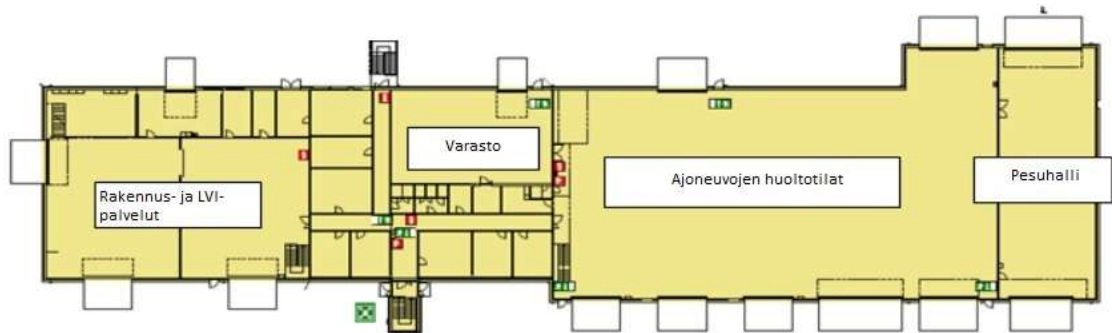
Kunnossapito voidaan jakaa kahteen ryhmään: ennakoivaan eli suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriönkorjaukseen, toisin sanottuna korjaavaan kunnossapitoon. Outokummun ajoneuvohuollossa tapahtuvien kunnossapitotapahtumien pääpaino pitäisi olla ennakoivassa huollossa eli erilaisten määräaikaishuoltojen toteuttamisessa, mutta konekannan ikääntymisestä ja käyttöasteesta johtuen suurin osa asentajien ajasta menee korjaavan kunnossapidon toteuttamiseen. Määräaikaishuollolla tarkoitetaan koneiden jaksotettua kunnossapitoa, jossa pyritään suorittamaan koneille ennakko-ohjeiden mukaiset huoltotoimenpiteet, kuten öljyjen ja erilaisten suodattimien vaihdot. Lisäksi näissä huolloissa suoritetaan resurssien mukaan tarvittavat korjaustoimenpiteet, mikäli korjattavaa ilmenee. Määräaikaishuollot suoritetaan joko käyttötunneista tai aikavälin täyttämisestä riippuen.

3.1 Ajoneuvohuolto

Ajoneuvohuollon tehtävä on suorittaa huollot ja korjaukset koko tehdasalueella toimiville Outokummun omille ajoneuvoille. Huollettavien ajoneuvojen ja koneiden piiriin kuuluvat muun muassa kuonankuljetusajoneuvot, kurottajat, harjakoneet, erikoisajoneuvot, junat, autot, trukit, mönkijät ja ruohonleikkurit. Kaiken kaikkiaan huollettavia ajoneuvoja on tehdasalueella yli 100. Ajoneuvohuollossa työskentelee seitsemän asentajaa ja yksi työnjohtaja. Huolto- ja korjaustyöt suoritetaan pää-asiaassa ajoneuvohuollon omissa tiloissa, mutta poikkeustapauksissa myös ferrokromisulatolla, terässulatolla, lähettämössä tai satamassa. (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

Itse ajoneuvohuollon rakennus pitää sisällään erilliset työskentely-, varasto- ja taukotilat. Lisäksi rakennuksessa on pesuhalli ja öljyvarasto, joista ensimmäisessä palveluja tuottaa yhteistyökumppani. Näiden lisäksi rakennuksesta löytyy

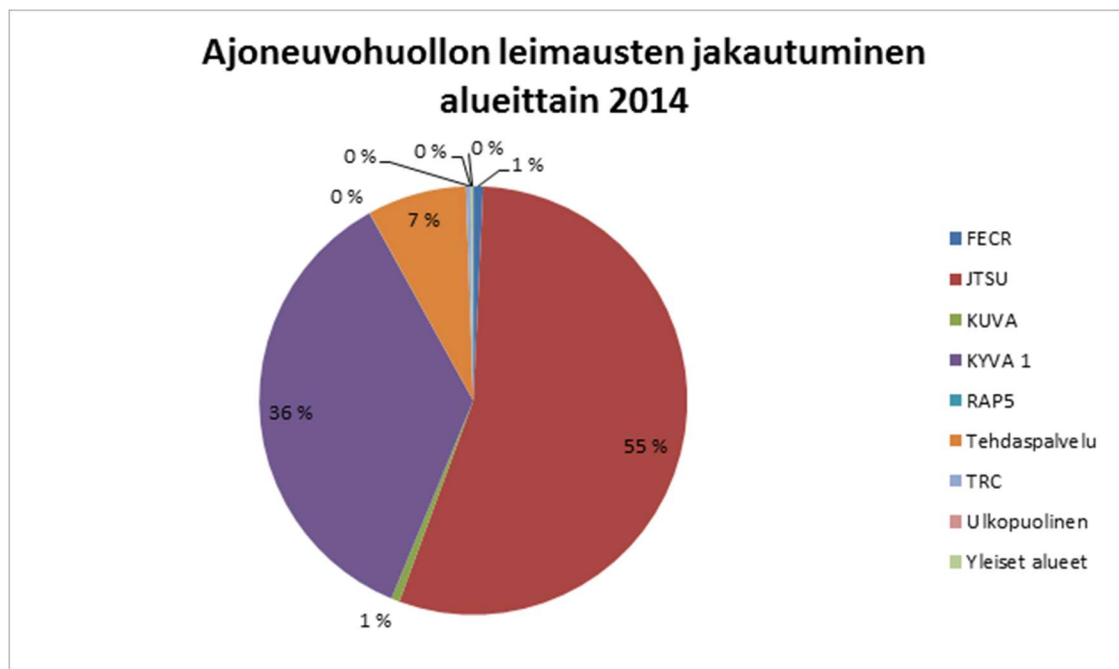
rakennus- ja LVI-palvelujen tilat. Kuvassa 7 on esitetty ajoneuvohuollon pohjapiirustus. (Outokummun sisäinen O`net 2015).



Kuva 7. Ajoneuvohuollon toimirakennus (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

3.2 Raskaankaluston huollon toiminta

Kuonankuljetusajoneuvojen huollot ja korjaukset suoritetaan ajoneuvohuollon tiloissa. Huolloilla tarkoitetaan määräaikaista huoltoa, joita ovat muun muassa vuosihuollot sekä käyttötunteihin perustuvat huollot. Erilaisten vikojen korjaukset suoritetaan ajoneuvohuollossa resurssien ja työn kiireellisyyden mukaan. Ajoneuvohuolto vastaa kuonankuljetusajoneuvojen kunnossapidosta lähes kokonaan lukuun ottamatta rengashuoltoa, joka on ulkoistettu yhteistyökumppanille. Suurimmaksi osaksi ajoneuvohuoltoa työllistää juuri kuonankuljetusajoneuvojen kunnossapitotehtävät. Tämä käy ilmi myös ajoneuvojen leimausten jakautumisesta (kuva 8), jossa kuonankuljetuskoneet kuuluvat JTSU:n eli jaloterässulaton piiriin. (Outokummun sisäinen O`net 2015.)



Kuva 8. Ajoneuvohuollon työtuntien jakautuminen alueittain vuonna 2014. (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

Koneiden määräaikaishuolloissa noudatetaan yleensä valmistajan laatimaa huolto-ohjelmaa. Outokummun kuonankuljetusajoneuvoilla on kuitenkin käytössä valmistajan huolto-ohjeista hieman sovellettu A- ja B-huollon menetelmä. Näistä A-huolto (liite 1) suoritetaan 250 käyttötunnin ja B-huolto (liite 2) 1000 käyttötunnin välein. Näistä B-huolto on hieman A-huoltoa kattavampi, mutta molemmissa huolloissa suoritetaan pääosin samat asiat. Käyttötunteihin perustuvat huollot pyritään suorittamaan huoltotuntien täytyessä, mutta hyvin usein tunnit menevät yli suunnitellun huoltovälin. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että koneita ei saada ajallaan huoltoon, koska ne ovat kiinni työtehtävissään.

Useammin suoritettava A-huolto pitää sisällään moottoriöljyjen ja erilaisten suodattimien vaihdon lisäksi eri kohteiden tarkastuksia, joiden avulla pyritään havaitsemaan alkavat ja jo alkaneet viat. Suurin osa A-huoltoon varatusta ajasta kuluu jo pelkkien tarkastuksien suorittamiseen. B-huollossa koneille suoritetaan A-huollon toimenpiteiden lisäksi muun muassa vaihteistoöljyjen ja suodattimen vaihto. Huoltojen yhteydessä suoritetaan myös koeajo, joissa varmistetaan koneen oikeaoppinen toiminta ja pyritään havaitsemaan mahdolliset puutteet sekä

poikkeamat. Jos huoltojen yhteydessä tehdyissä tarkastuksissa tai koeajon yhteydessä korjattavaa löytyy, pyritään niille varaamaan aika korjausta varten mahdollisimman läheiselle ajankohdalle.

Outokummun raskaankaluston huollon toimintatapoja verrattaessa muiden kilpaillevien yritysten, kuten Raskone Oy:n toimintamalliin voidaan todeta niiden muistuttavan melko paljon toisiaan. Esimerkiksi Raskoneen ”Tylsäksi huoltosopimukseksi” nimetyssä huoltopaketissa vuoden aikana koneille suoritetaan yksi isompi perushuolto sekä ajokilometrien perusteella suoritettavat pienemmät välihuollot. Kerran vuodessa tehtävässä isommassa huollossa pyritään suorittamaan kaikki valmistajan perushuoltoon asettamat toimenpiteet, kuten erilaisten suodattimien, öljyjen ja nesteiden vaihdot sekä erilaiset tarkastukset. Mikäli kilometrejä kertyy paljon, suoritetaan vuoden aikana myös pienempi välihuolto. Huolto pitää sisällään tarkistukset, mittaukset sekä moottoriöljyn ja suodattimen vaihdot. Oletettavasti nämä huollot voidaan suorittaa kertyvien kilometrien sijaan myös käyttötuntien perusteella, esimerkiksi pyöräkuormaajille. (Raskone Oy 2015.)

Raskoneen ja Outokummun raskaankaluston huollon toimintamalleissa suurin ero on siinä, että Outokummun malli noudattaa täysin käyttötunteihin sidottua toimintatapaa. Koneet huolletaan vähintään 250 käyttötunnin välein, mikä helpottaa myös säännöllisesti tehtävän kunnonvalvonnan toteutumista. Lisäksi säännöllisesti tehtävillä moottoriöljynvaihdolla, joka välihuoltoonkin kuuluu, varmistetaan moottorille paras mahdollinen voitelu. Raskoneen mallissa säännöllisiä huoltoja on vain yksi vuodessa ja sekään ei ole sidottu suoraan käyttötunteihin tai kilometreihin. Tässä toimintamallissa asiakas voi toki itse vaikuttaa huoltojen säännöllisyyteen. Huomioitavaa vertailussa on se, että Raskoneen huoltopaketti on suunnattu kuorma-autoille, joiden käyttötarkoitus eroaa melko paljon Outokummun kuonankuljetusajoneuvojen käytöstä. Käyttötarkoituksella ja kuormituksella onkin suuri merkitys sopivan huoltosuunnitelman valinnassa. (Raskone Oy 2015.)

3.3 KUTI-järjestelmä

Ajoneuvohuollossa koneiden kunnossapitotapahtumat kirjataan kunnossapidon tietojärjestelmään (KUTI). Järjestelmällä hallitaan koneiden kunnossapidon töiden tapahtumia ja ilmoituksia. Kirjatun kunnossapitotapahtuman yhteyteen voidaan kirjoittaa myös päiväkirjamainen raportti työn vaiheista ja huomioista. Lisäksi järjestelmään on mahdollista ajastaa koneen ennakkohuoltotapahtumia, josta saadaan tulostettua työmääräin asentajalle. Tällainen työ voi olla esimerkiksi koneiden käyttötuntien ylös kirjaaminen, kuten ennakkohuoltotyön käsittelymallissa (kuva 9) nähdään.

Ennakkohuoltotyön käsittely

Tunnus: 0892166 Työn nimi: Ajoneuvojen tuntien kirjaus TIISTAI Tilä: Lopetettu

Tämä EH-työ on kopioitu mallityöltä 0891975 Työ suoritetaan joka viikko tiistaisin. Työ näkyy huoltolistalla aikaisintaan 6 päivää ennen työn laskettua aloituspäivämäärää. Ajotuksesta kopioidaan EH-töitä 6.3.2015 alkaen. Työtä toistetaan kunnes toisin ilmoitetaan.

Kuvaus: ☐ Huolto-ohje kuvauksessa tai Lisätiedoissa 3718/4000

Kirjataan tälle työlle tiistaisin "Mittaukset" välilehdelle ajoneuvojen tunnit

Perustiedot | Suor.tiedot | Ennakkohuolto | Resurssit | Materiaalit | Asiakirjat | Lisätiedot | Työturvallisuus | Mittaukset

	Kohde	Mittauspvm	Yksikkö	Mittausarvo
1	Kamag	Aika		
2	Supra 5	Aika		
3	Supra 4	Aika		
4	Supra 3	Aika		
5	Supra 1	Aika		
6	Sisu "supra"	Aika		
7	SMW iso trukki	Aika		

Uusi... Muuta... Poista

Uusi Hae Sulje Tallenna Tallenna ilman resurssitakistusta Poista Tulosta... Kustannukset... Työn vaiheistus Tee otsikkotyo Tee alityo Tee mallityo Tee mallityosta... Kohteen historia Tee malliennakkohuolto tyo... Kulkuhistoria... Avaa malliEHtyo Kopioi malliEHtyo Tee IT-tyo Tee vikailmoitus

Kuva 9. Ennakkohuoltotyön käsittelymalli (Outokummun sisäinen O`net 2015.)

4 TEHDYT TUTKIMUKSET

Tässä työssä tarkasteltiin terässulaton prosessissa toimivien kuonankuljetusajoneuvojen KUTI- ja SAP-järjestelmistä saadut kunnossapito- ja kustannustiedot, joiden pohjalta laadittiin kuonankuljetusajoneuvolle kustannustehokas ennakko-huoltosuunnitelma. Lisäksi tutkimuksessa kartoitettiin koneiden kriittisimmät varaosat sekä selvitettiin kehityskohteet. Tutkimuksessa suoritettiin myös koneiden kuljettajien ja huoltohenkilöiden haastattelut. Koneiden kunnossapitotietoina pyrittiin käyttämään pääsääntöisesti SAP-järjestelmästä saatuja tietoja paremman luotettavuuden takia. KUTI-järjestelmästä saatuja tietoja käytettiin lähinnä täydentävinä tietoina SAP-järjestelmän materiaalin rinnalla, lähinnä tapauksissa joissa SAP-järjestelmän tietoa ei ollut tai se oli puutteellista. Tutkimuksen kohteena olivat kuonankuljetusajoneuvot Supra 3, 4 ja 5.

4.1 Kunnossapitohistoria

Koneiden kunnossapitohistorian tarkastelua lähdettiin toteuttamaan tutkimalla tuhansia rivejä kunnossapitotietoja. Näistä tiedoista muodostettiin tietojen järjestyksen ja epäkurantin tiedon poistamisen jälkeen Excelin Pivot-taulukoita, joista luotiin kuvaajia ja kaavioita. Erilaisia kaavioita muodostui muun muassa koneiden varaosakulutuksesta, varaosakustannuksista ja työhistoriasta. Tutkimuksessa käytettiin koneiden kunnossapitotietoja koneen käyttöönotosta vuoden 2014 loppuun asti. Käyttöönottovuodet vaihtelivat vuosien 2006 - 2009 välillä: Supra 3 (2006), Supra 4 (2008) ja Supra 5 (2009). Joissakin tilastoissa oli myös alkuvuoden 2015 dataa mukana, mutta ne pyrittiin pääsääntöisesti suodattamaan pois kaavioita luotaessa.

Tärkeimmäksi tietolähteeksi tutkimuksessa muodostui KUTI-järjestelmästä haettu koneiden työhistoria, koska siitä sai tarkimman kuvan siitä, mitä vikoja koneissa oli ollut ja mitä niissä oli milloinkin korjattu. Kaikkien kolmen koneen työhistoriasta luotiin tilastoja ja kuvaajia, joista kävivät ilmi prosentuaaliset osuudet erilaisille vioille ja niiden pääryhmille. Työhistorian tarkastelussa töiden pääryh-

miksi määritettiin muun muassa sähkö, mekaaniset, hydrauliset, öljyvuodot, renkaat, huollot ja moottori. Näiden lisäksi määritettiin töiden alaryhmät eli tarkennettiin, mihin osa-alueeseen työ kohdistuu. Näitä alaryhmiä olivat muun muassa aisat, tukijalat, sähköt, lukitustapit, renkaat, lisäkippi, moottori, hihnat ja hydrauliliikkapumppu. Osa alaryhmistä oli samoja kuin pääryhmä eli tarkentavaa tietoa ei ollut tai sitä ei nähty tarpeelliseksi määrittää.

Työhistorian data oli melko tarkkaa ja monipuolista, koska se sisälsi oleelliset asiat kuten työn aiheen ja kuvauksen sekä tarkan aikaleiman. Tarkasteluvälin datassa oli muutamia kunnossapitotapahtumia, joita ei voinut sisältönsä puolesta määritellä mihinkään ryhmään, koska tiedot olivat pääsääntöisesti näissä puutteellisia. Näin ollen puutteelliset kunnossapitotapahtumat jätettiin pois itse tilastoista.

Lisäksi tutkimuksessa luotiin SAP-järjestelmästä saatujen kustannustietojen perusteella vuosittaiset konekohtaiset kokonaiskustannuskaaviot, joihin sisältyy varaosakulut, erilaiset materiaalikulut sekä työ kustannukset koneiden koko käyttöajalta. Tilastointiin otettiin mukaan myös nimettömät kunnossapitomerkinnot, jotka on pääsääntöisesti merkitty työtunneiksi. Kaikissa mukaan otetuissa kustannuksissa on kuitenkin SAP-järjestelmän vakiotyönumero, jonka perusteella kunnossapitotapahtumankin voi varmasti määrittää. Tutkimuksen kustannustiedot ovat pääsääntöisesti SAP-järjestelmästä haettuja tietoja, koska KUTI-järjestelmän kustannustiedot eivät sisältäneet aikaleimaa ollenkaan, eikä niitä näin ollen saatu järjestettyä vuosikohtaisiksi tilastoiksi.

SAP-järjestelmän tiedoista luotiin myös konekohtaiset vuosittaiset varaosakulutukset, joissa otettiin huomioon vain nimikkeelliset kulutetut varaosat. Outokummun oman varastonhallinnan ulkopuolelta tulevat varaosat eivät siis näy tämän tutkimuksen varaosakulutuksen kaavioissa. Lisäksi varaosakulutuksia käytettiin luotaessa osien kriittisyyslistausta eli eniten kulutettujen varaosien ja Outokummun varastoinnin varastosaldojen vertailua, jonka avulla pyrittiin kartoittamaan varastossa olevien tärkeiden osien saatavuutta. Listauksen avulla varastosaldot

voidaan suhteuttaa osien kulutukseen erityisesti kriittisten osien kohdalla. Vertailu tehtiin osien nimikenumeroiden perusteella eli sen tulokset ovat tarkkoja. Kriittisyyslistauksessa oli tarkoitus käyttää myös valmistajan toimitusaikatauluja, mutta eriävien nimikenumeroiden takia suoraa vertailua ei voitu tehdä. Valmistajan aikatauluista tehtiin vain osalistaus, jossa esiintyvillä osilla on pitkä toimitusaika, eikä niitä ollut valmistajalla varastossa tutkimuksen tekohetkellä.

4.2 Alihankkijoiden toimittamat tiedot

Koneiden kunnossapitotietojen lisäksi tutkimuksessa käytettiin yhteistyökumppanin ylläpitämien rengastilastointien avulla luotuja kaavioita ja kuvaajia, joista ilmenee koneiden renkaiden vauriot ja kuukausikohtaiset kulutukset vuodelta 2014. Tarkastelujakso on vain vuoden mittainen, koska yhteistyökumppanin tekemään tilastointiin otettiin vasta kyseiselle ajanjaksolle mukaan renkaiden vaurioanalyysit. Lisäksi tilastointi on kokoajan ajan tasalla sille luodussa uudessa järjestelmässä.

4.3 Henkilöhaastattelut

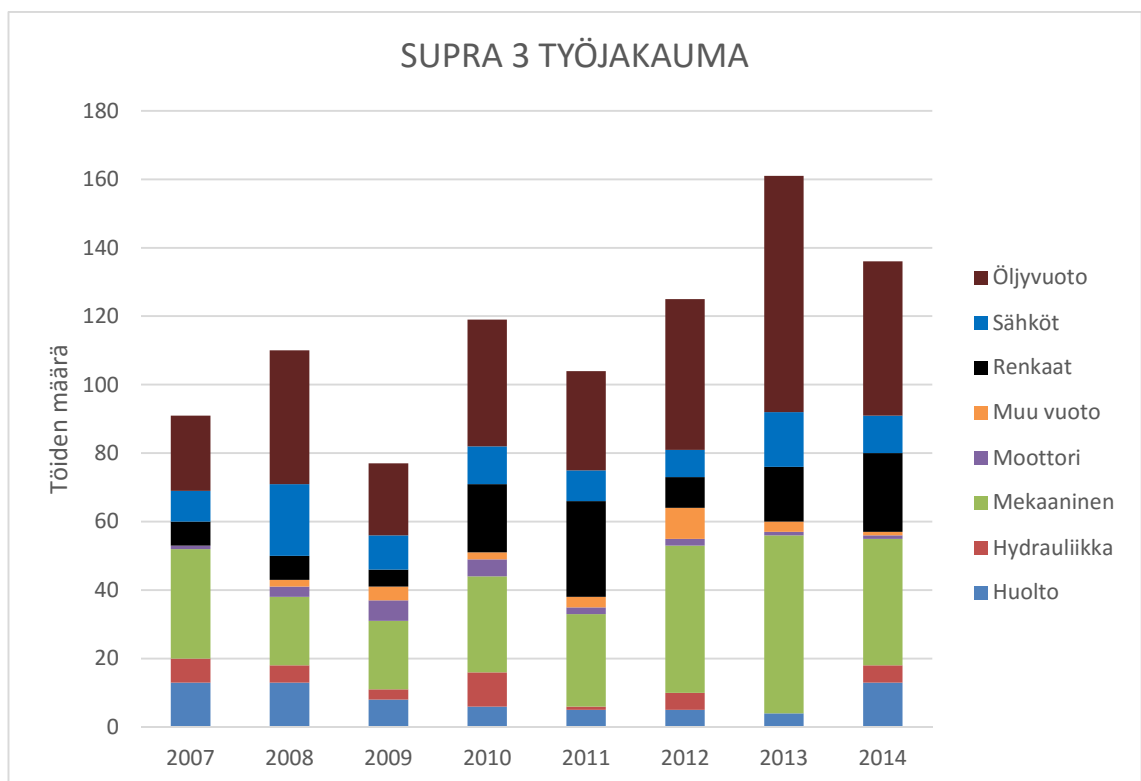
Tutkimuksessa haastateltiin myös koneiden huolto- ja käyttöhenkilöstöä. Haastatteluiden tavoitteena oli kartoittaa koneiden kanssa tekemisissä olevien ihmisten mielipiteitä ja näkemyksiä koneiden kunnosta, vioista ja toimintakäytännöistä niin huolloissa kuin koneella työskentelyssä. Haastattelut suoritettiin useamassa osassa, koska vuorossa työskentelevien kuskien haastattelemine ei kerralla onnistu. Huollon henkilöt haastateltiin samalla kerralla, kukin vuorollaan. Haastatteluiden kysymykset on nähtävissä tämän tutkimuksen liitteissä (liite 3 ja 4).

5 TULOKSET

Tässä luvussa esitetään tehtyjen tiedonhakujen analysoinnin välittömiä tuloksia. Tuloksia käydään läpi ajoneuvokohtaisesti.

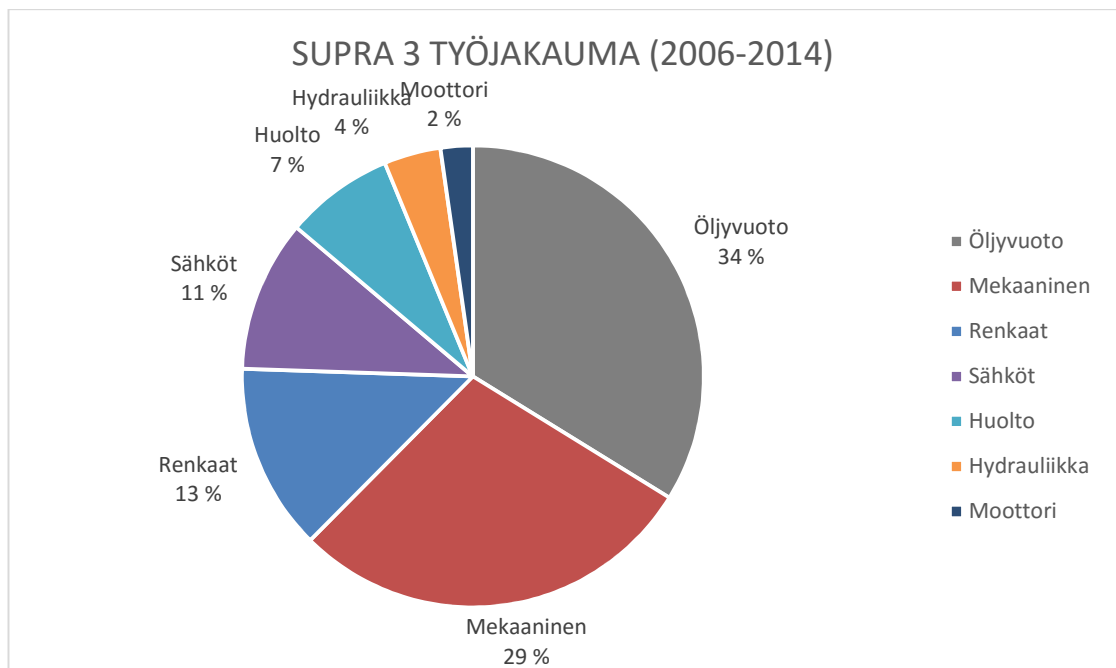
5.1 SUPRA 3

Kaaviossa 1 on esitetty kunnossapitotöiden jakauma ajoneuvolle Supra 3. Kaavio on luotu käyttäen KUTI-järjestelmästä haettuja Supra 3:n kunnossapitotapahtumia vuosina 2007 - 2014. Kunnossapitotapahtumat on jaoteltu kahdeksaan pääryhmään, joiden avulla voidaan havainnollistaa, mihin osa-alueeseen työt kuuluvat. Kaaviosta on havaittavissa, että mekaanisten vikojen määrä kasvaa huomattavasti viidennen käyttövuoden jälkeen.



Kaavio 1. Supra 3 kunnossapitotöiden jakauma vuositasolla (2007 - 2014)

Kaavio 2 kertoo Supra 3:n kumulatiivisen tyøjakauman ajalta 2006 - 2014. Vuosi 2006 on otettu mukaan kaavioon 2, koska kaavio kuvaa töiden kokonaismäärää. Kaaviosta 1 vuosi 2006 on jätetty pois, koska kyseisenä vuonna työhistorian tapahtumat eivät kattaneet koko vuotta.

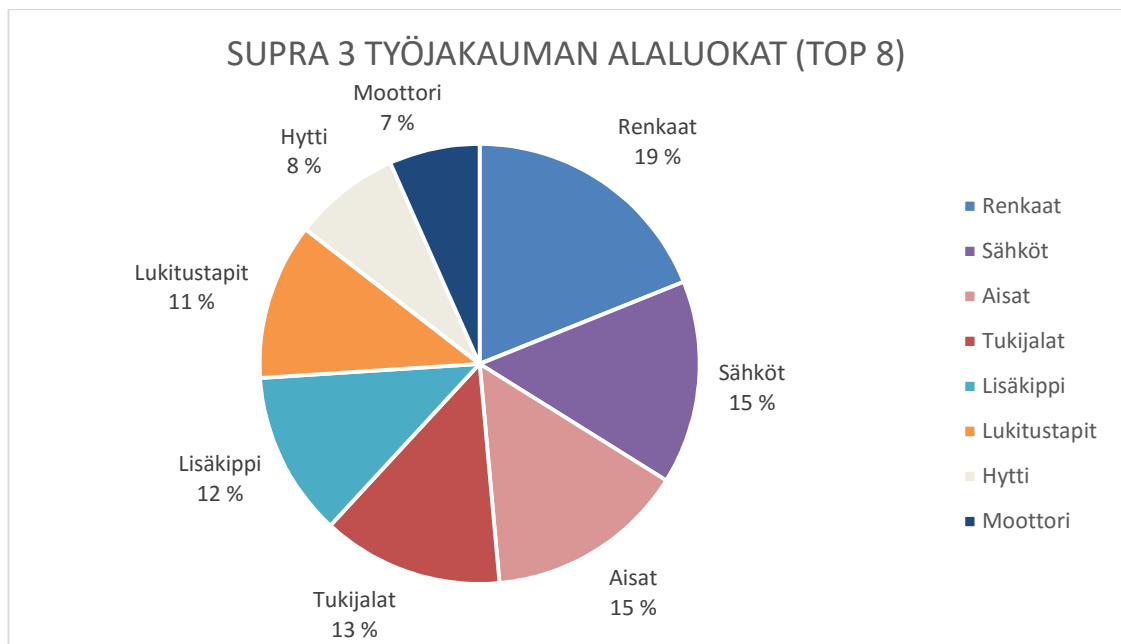


Kaavio 2. Supra 3 kunnossapitotöiden kumulatiivinen jakauma (%) pääryhmittäin (2006 – 2014).

Suurin osa kaaviossa 2 esitetyistä ryhmistä pitää jakaa vielä useampaan kohdentavaan alaryhmään, kuten esimerkiksi öljyvuodot seuraavasti: tukijalkojen, aisojen, lisäksi, lukitustappien ja moottorin öljyvuodot. Mekaanisten vikojen pääryhmä käsittää edellä mainittujen alaryhmien lisäksi muun muassa kuonankuljetusajoneuvon hyttiin liittyvät vauriot.

Kaaviossa 3 (sivulla 25) nähdään Supra 3:n kunnossapitotöiden jakauma kohdentaviin alaryhmiin jaoteltuna. Pääryhmät on siis purettu useammaksi tarkentavaksi alaryhmäksi. Kaaviossa on esitetty tärkeimmät eli kahdeksan (8) suurinta alaryhmää. Määrittelemättömät ryhmät, määräaikaishuollot ja muutamat muut pienimmät ryhmät on jätetty pois kaaviosta. Pienempien ryhmien pois jättäminen vaikuttaa myös tyøjakaumat kaaviossa esitettyjen ryhmien prosentuaalisen osuuden muuttumiseen. Esimerkkinä ryhmä renkaat, joiden osuus kaaviossa 2 on 13

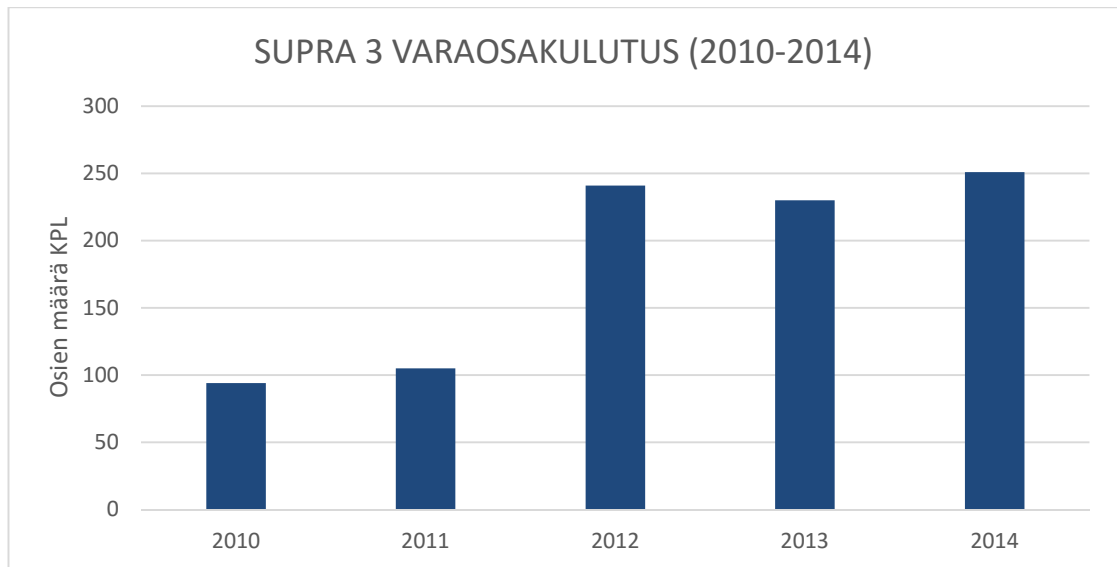
% ja kaaviossa 3 alaryhmäjaottelun jälkeen 19 %. Kuten kaaviosta on nähtävissä, alaluokkien jakauma on melko tasainen. Renkaiden vikaantumisen aiheuttamien töiden osuus on noin viidesosa kaikista töistä, mikä näkyy suoraan myös koneen kunnossapidon kustannuksista.



Kaavio 3. Supra 3 työjakauman alaluokat.

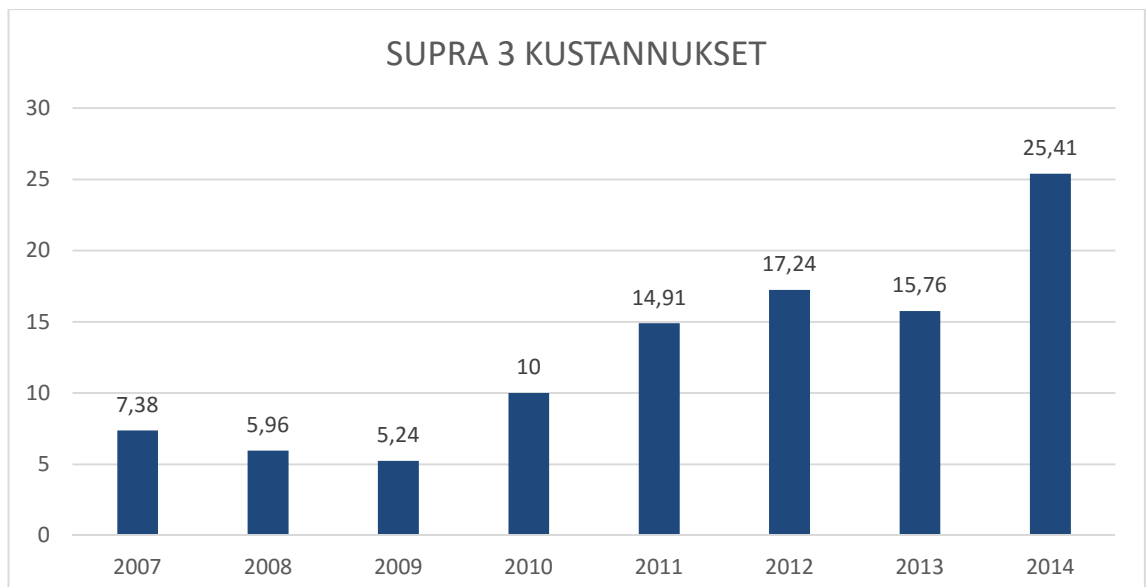
Kaaviossa 4 (sivulla 26) on esitetty SAP-järjestelmästä haettujen tietojen mukainen kappalemääräinen varaosakulutus Supra 3:lle vuosina 2010 - 2014. Puutteellisten varaosakulutustietojen vuoksi kaavion ensimmäinen vuosi on 2010, vaikka kone on otettu käyttöön jo vuoden 2007 alussa. Kone on siis ollut jo kolme vuotta käytössä ennen luotettavan tilastoinnin alkua.

Kuten kaaviosta nähdään, varaosien kulutus kasvaa huomattavasti vuonna 2012 eli viidennen käyttövuoden jälkeen.



Kaavio 4. Supra 3 varaosakulutus (2010 - 2014).

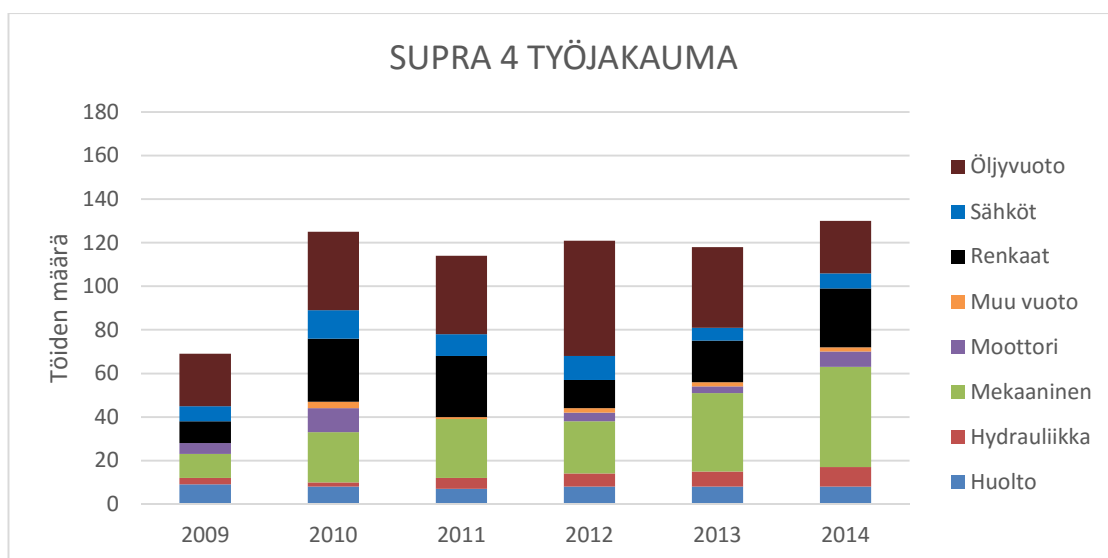
Kaavioon 5 on kerätty tiedot Supra 3:n kunnossapidon kokonaiskustannusten kasvusta vuosina 2007 – 2014. Kustannukset on esitetty normeerattuna. Kustannuksiin on laskettu mukaan kaikki Supran 3:een kohdistuneet kunnossapidon kulut, joihin sisältyy varaosa-, työ- ja materiaalikulut. Kaaviosta on nähtävissä, että kustannukset nousevat melko tasaisesti koneen ikääntyessä. Huomattavaa kustannusten kasvua on havaittavissa 2-3 vuoden kuluttua koneen hankinnasta. Vuoden 2014 suurehko kustannusten kasvu johtuu samaisena vuotena tehdystä laajasta alustaremontista.



Kaavio 5. Supra 3 kustannukset (2007 – 2014).

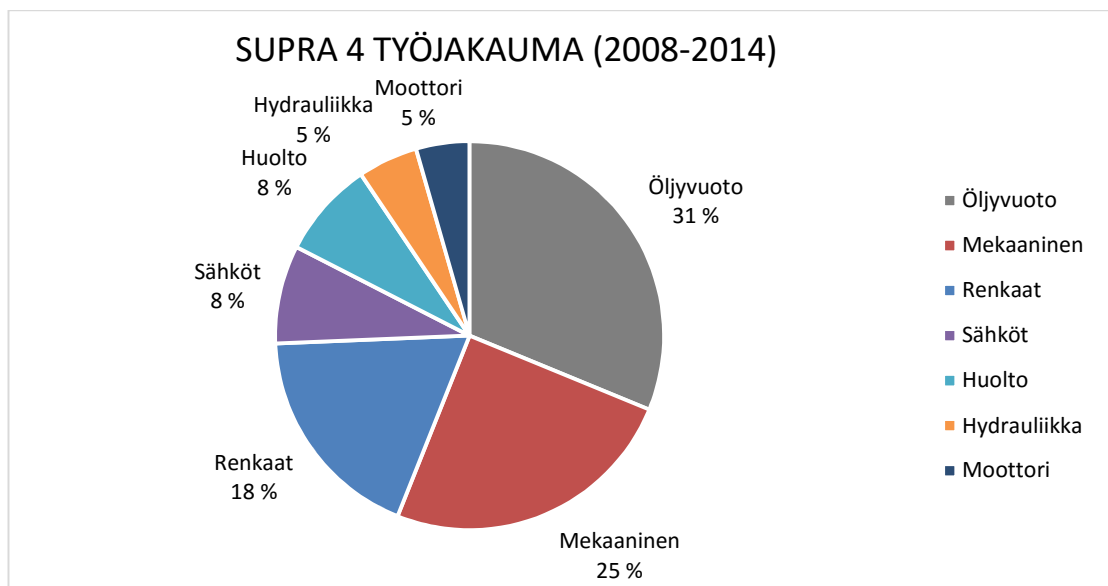
5.2 SUPRA 4

Supra 4:n kuvaajat on tehty samalla periaatteella kuin aiemmin mainitut Supra 3:n kuvaajat. Kaavio 6 on luotu käyttäen KUTI-järjestelmästä saatuja Supra 4:n kunnossapitotapahtumia vuosina 2009 - 2014. Kunnossapitotapahtumat on jaoteltu kahdeksaan pääryhmään, joiden avulla voidaan havainnollistaa, mihin osa-alueeseen työt kuuluvat. Kaaviosta nähdään, että töiden vuosikohtainen kokonaismäärä pysyy melko vakiona koko tarkastelujakson ajan lukuun ottamatta vuotta 2009.



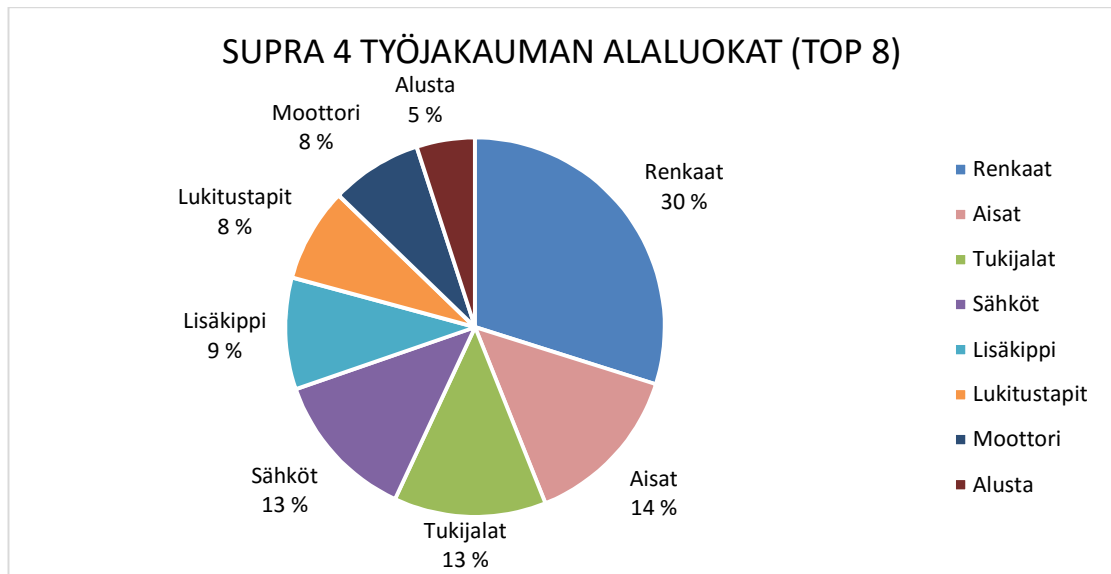
Kaavio 6. Supra 4 kunnossapitotöiden jakauma vuositasolla (2009 - 2014)

Kaavio 7 (sivulla 28) kertoo Supra 4:n työjakauman ajalta 2008 - 2014 vuodet yhteenlaskettuina. Töiden osuus on merkitty prosentteina. Vuosi 2008 on otettu mukaan kaavioon 7, koska kaavio kuvaa töiden kokonaismäärä. Kaaviosta 6 vuosi 2008 on jätetty pois, koska kyseisenä vuonna työhistorian tapahtumat eivät kata kokonaista vuotta. Kuten taulukosta voidaan lukea, öljyvuotojen osuus on lähes 1/3 kuten Supra 3:n tilastoissakin.



Kaavio 7. Supra 4 kunnossapitotöiden kumulatiivinen jakauma (%) pääryhmittäin (2008 – 2014).

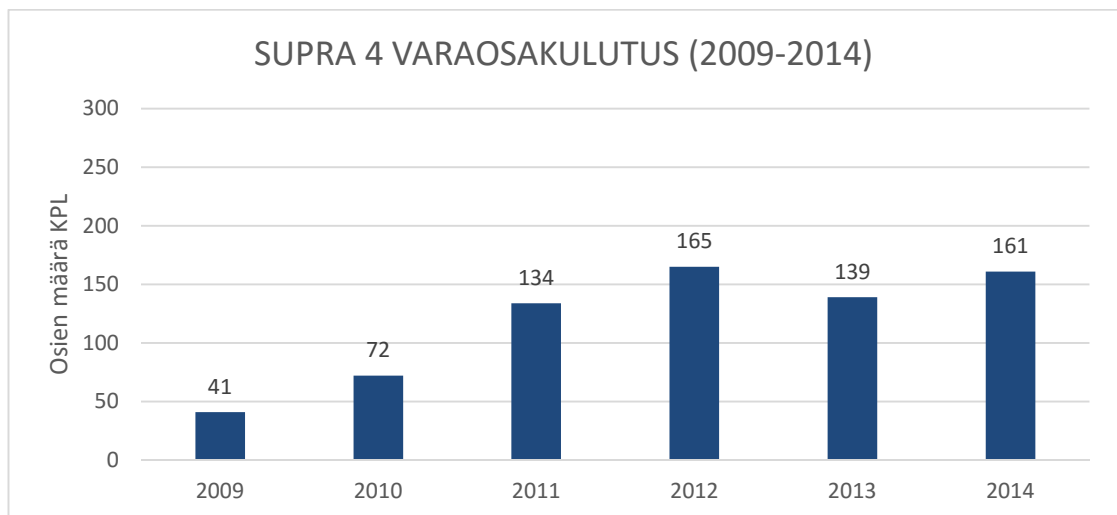
Kaaviossa 8 (sivulla 29) nähdään Supra 4:n kunnossapitotöiden jakauma kohdentaviin alaryhmiin jaoteltuna. Pääryhmät on siis purettu useammaksi tarkentavaksi alaryhmäksi. Kaaviossa on esitetty tärkeimmät eli kahdeksan (8) suurinta alaryhmää. Määrittelemättömät ryhmät, määräaikaishuollot ja muutamat muut pienimmät ryhmät on jätetty pois kaaviosta. Pienempien ryhmien pois jättäminen vaikuttaa myös työjakaumat-kaaviossa esitettyjen ryhmien prosentuaalisen osuuden muuttumiseen. Esimerkkinä ryhmä renkaat, joiden osuus kaaviossa 7 on 18 % ja kaaviossa 8 alaryhmäjaottelun jälkeen 30 %. Alaluokkien tarkastelussa voidaan havaita, että renkaiden osuus on myös ylivoimaisesti suurin.



Kaavio 8. Supra 4 työjakauman alaluokat.

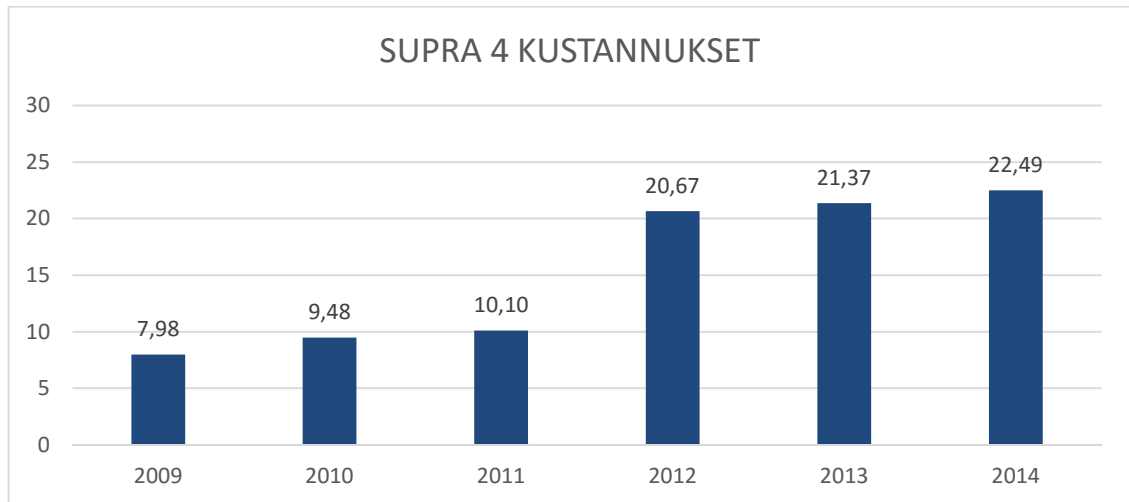
Kaaviossa 9 on kuvattu SAP-järjestelmän tiedoista laadittu kappalemääräinen varaosakulutus Supra 4:lle vuosina 2009 - 2014. Kone on otettu käyttöön loppuvuodesta 2008, joten kyseistä vuotta ei otettu mukaan kaavioon.

Kuten kaaviosta nähdään, koneen varaosakulutus kasvaa tasaiseen tahtiin tutkimuksen alaisella aikavälillä. Huomattavin varaosien kulutuksen kasvu tapahtuu 2-3 vuoden käytön jälkeen.



Kaavio 9. Supra 4 varaosakulutus (2009 – 2014).

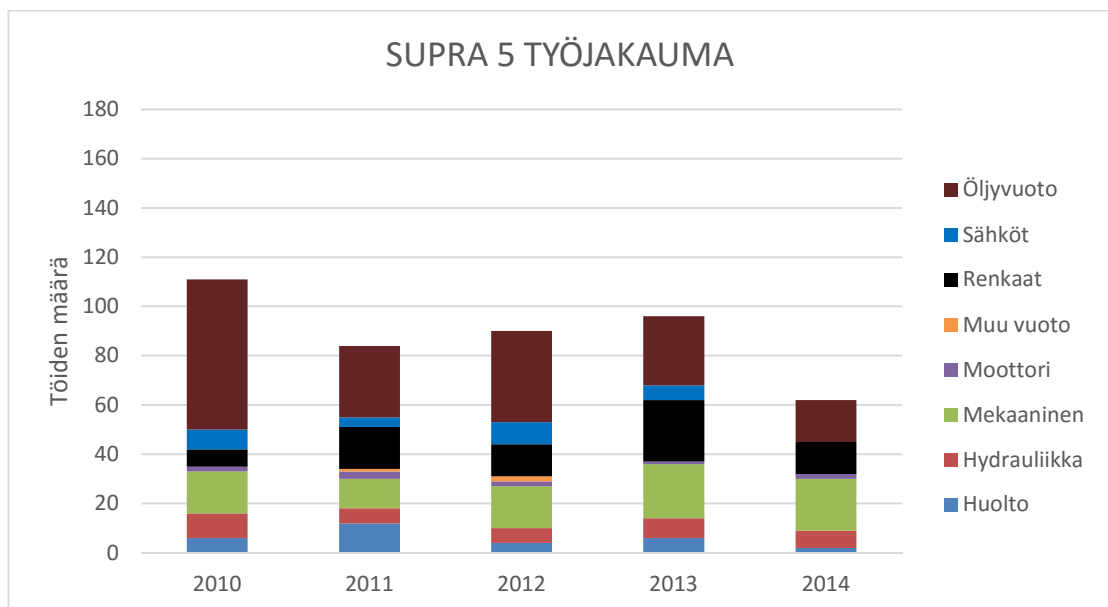
Kaavioon 10 on kerätty tiedot Supra 4:n kokonaiskustannusten kasvusta vuosina 2009 – 2014. Kustannuksiin on laskettu mukaan kaikki Supran 4 kulut, johon sisältyy varaosakulut, työkulut ja erilaiset materiaalikulut. Kaaviosta on nähtävissä, että kustannukset yli kaksinkertaistuvat kolmannen käyttövuoden jälkeen, jonka jälkeen kustannuskehitys on lähes tasaista.



Kaavio 10. Supra 4 kustannukset (2009 – 2014).

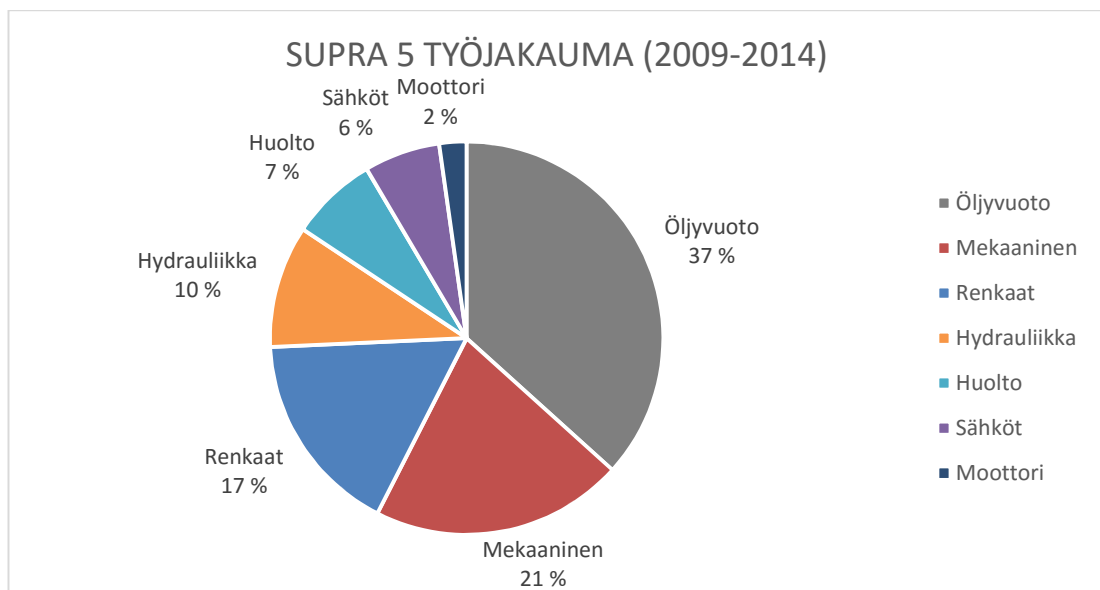
5.3 SUPRA 5

Kaavio 11 on luotu käyttäen KUTI-järjestelmästä saatuja Supra 5:n kunnossapitotapahtumia vuosina 2010 - 2014. Kunnossapitotapahtumat on jaoteltu kahdeksaan pääryhmään, jonka avulla voidaan havainnollistaa, mihin osa-alueeseen työt kuuluvat. Vuoden 2014 kuvaajan kunnossapitotapahtumat ovat vain ajalta 1-7.2014, koska kesällä tapahtuneen palovaurion takia kone saatettiin peruskorjaukseen. Kaaviosta nähdään, että töiden määrän kehitys on tasaista vuotta 2010 lukuun ottamatta, jolloin pelkkiä öljyvuotoja oli kaksinkertainen määrä normaaliin verrattuna.



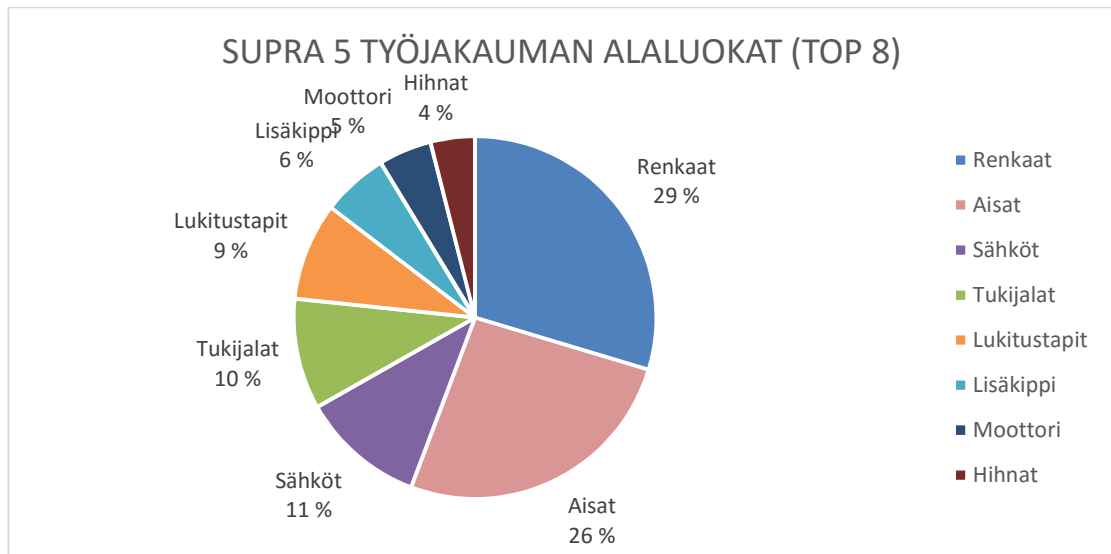
Kaavio 11. Supra 5 kunnossapitotöiden jakauma vuositasolla (2010 – 2014). (Huom! 2014 vain kuukaudet 1-7)

Kaavio 12 (sivulla 32) kuvaa Supra 5:n työjakauman ajalta 2009 - 2014 vuodet yhteenlaskettuina. Töiden osuus on merkitty prosentteina. Vuosi 2009 on otettu mukaan kaavioon 12, koska kaavio kuvaa töiden kokonaismäärää. Kaaviosta 11 vuosi 2009 on jätetty pois, koska kyseisenä vuonna työhistorian tapahtumat eivät kata kokonaista vuotta. Kaaviosta nähdään, että öljyvuotojen osuus työjakaumasta on merkittävä.



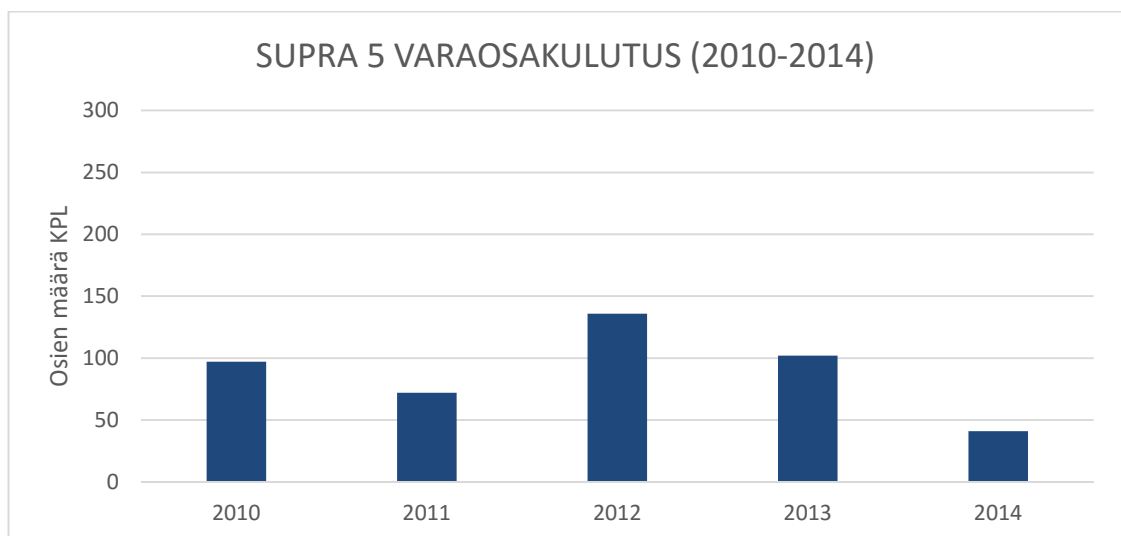
Kaavio 12. Supra 5 työjakauma (%) (2009 – 2014).

Kaaviossa 13 (sivulla 33) nähdään Supra 5:n kunnossapitotöiden jakauma kohdentaviin alaryhmiin jaoteltuna. Pääryhmät on siis purettu useammaksi tarkentavaksi alaryhmäksi. Kaaviossa on esitetty tärkeimmät eli kahdeksan (8) suurinta alaryhmää. Määrittelemättömät ryhmät, määräaikaishuollot ja muutamat muut pienimmät ryhmät on jätetty pois kaaviosta. Samoin kuin muidenkin koneiden kaavioissa, pienempien ryhmien pois jättäminen vaikuttaa myös työjakaumat kaaviossa esitettyjen ryhmien prosentuaalisen osuuden muuttumiseen. Esimerkkinä ryhmä renkaat, joiden osuus kaaviossa 12 on 17 % ja kaaviossa 13 alaryhmäjaottelun jälkeen 29 %. Kaaviosta voidaan lukea, että renkaisiin ja aisoihin kohdistuneet työt kattavat yli puolet koneelle tehdyistä töistä.



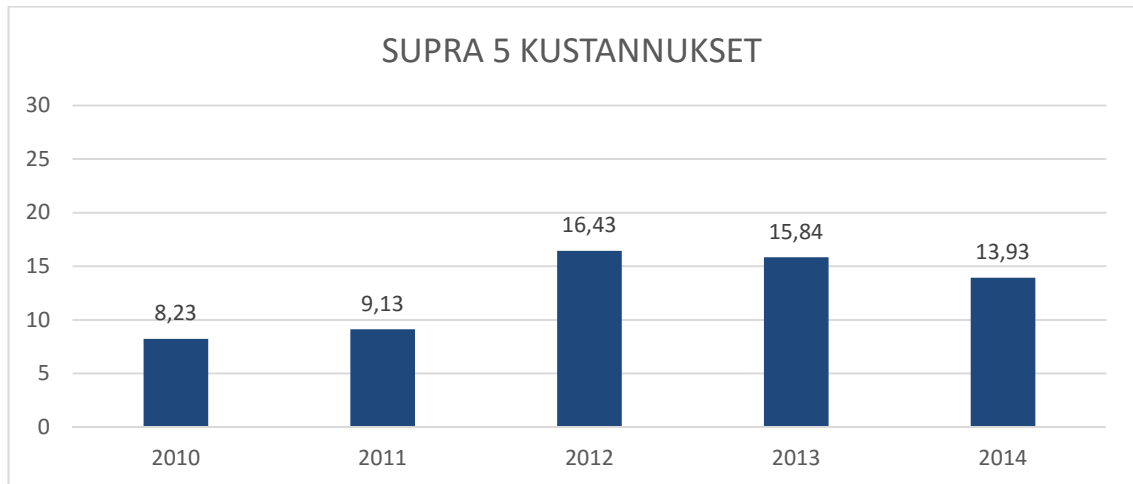
Kaavio 13. Supra 5 työjakauman alaluokat.

Kaaviossa 14 on kuvattu SAP-järjestelmän tiedoista laadittu kappalemääräinen varaosakulutus Supra 5:lle vuosina 2010 - 2014. Kone on otettu käyttöön loppuvuodesta 2009. Vuoden 2014 kuvaajan varaosakulutukset ovat vain ajalta 1-7.2014 kesällä tapahtuneen palovaurion vuoksi. Tämä vaikuttaa merkittävästi vuoden 2014 varaosakulutuksen määrään.



Kaavio 14. Supra 5 varaosakulutus (2009 – 2014).

Kaavioon 15 on kerätty tiedot Supra 5:n kokonaiskustannusten kasvusta vuosina 2010 – 2014. Vuoden 2014 kustannukset kattavat vain tammi-heinäkuun kesällä sattuneen palovaurion takia. Kustannuksiin on laskettu mukaan kaikki Supran 5 kulut, johon sisältyy varaosakulut, työkulut ja erilaiset materiaalikulut. Kaaviosta on nähtävissä, että kustannukset kasvavat toisen käyttövuoden jälkeen.



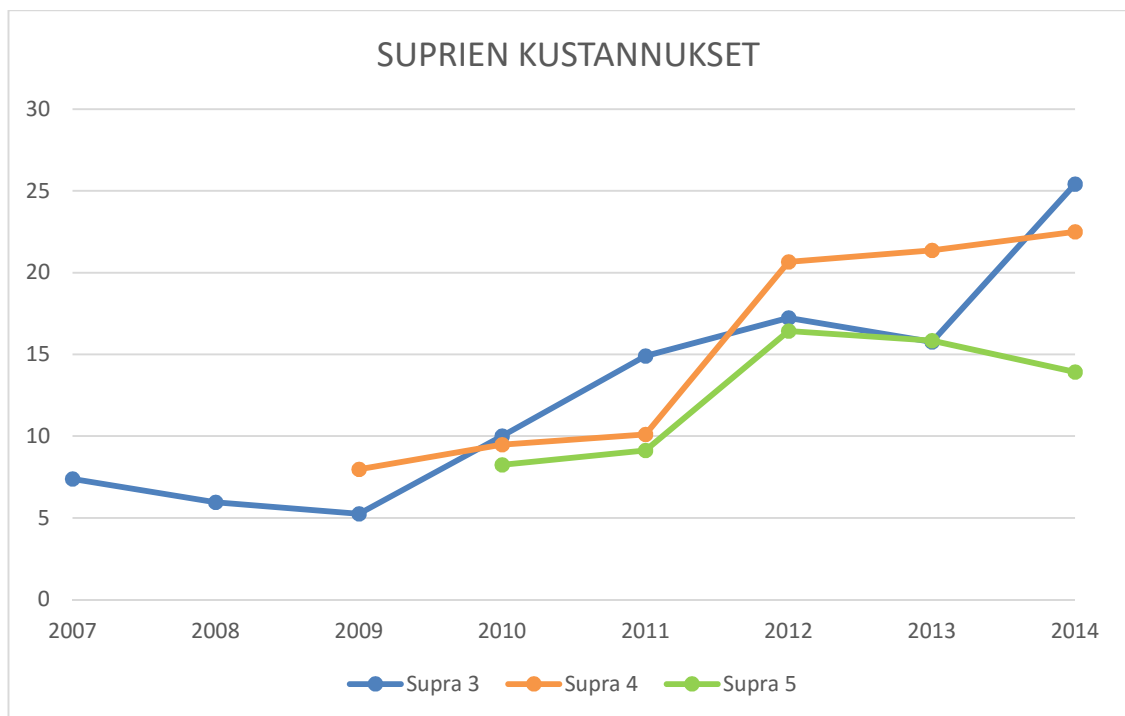
Kaavio 15. Supra 5 kustannukset (2010 – 2014).

6 TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksen alaisien kuonankuljetusajoneuvojen kunnossapitotietoja tarkasteltaessa voidaan todeta, että lähes poikkeuksetta kaikkien kolmen koneen kunnossapitokustannukset kasvavat huomattavasti jo 2-3 vuoden käytön jälkeen. Samaa kasvua on havaittavissa myös varaosakulutuksen puolella. Konekohtaisista kustannuskehityksistä (kaaviot 5, 10 ja 15) voidaan havaita, että kunnossapitokustannusten kokonaissumma kasvaa jokaisen koneen kohdalla lähelle uuden koneen hankintahintaa jo viiden vuoden käytön jälkeen. Huomion arvoista tutkimuksen tuloksissa on se, että kunnossapitotietojen perusteella luodut konekohtaiset tilastot ja tulokset ovat kaikissa tutkimuksen alaisissa koneissa sisällöltään lähes identtiset, jonka perusteella tämän tutkimuksen tuloksiin voi suurella todennäköisyydellä luottaa.

Koneiden vuosikohtaisia kustannuksia tarkasteltaessa voidaan todeta, että vanhimman tutkimuksen alaisen koneen, Supra 3:n kunnossapitokustannukset (kaavio 5) olivat kasvaneet vuoteen 2014 mennessä jo todella korkealle tasolle, noin 1/3 uuden koneen hankintahinnasta. Koneella on toki takana jo 8 käyttövuotta, mikä näkyy selvästi sen kunnossapitokustannuksissakin. SAP-järjestelmästä haettujen kustannusten tarkastelussa nähdään, että koneen kustannuksissa on havaittavissa selvää kasvua noin 3-4 käyttövuoden jälkeen, minkä jälkeen kasvu jatkuu tasaisena aina vuoteen 2012 asti. Seuraava huomattava kustannusten kasvu on vuonna 2014, joka johtuu pitkälti suuresta alustan remontista ja sen aiheuttamista kuluista.

Kaaviossa 16 (sivulla 36) on esitetty kaikkien kolmen Supran kustannukset konekohtaisesta käyttöönottovuodesta vuoden 2014 loppuun. Kustannukset on esitetty numeraalisesti siten, ettei euromääräisiä kustannuksia kuvaajasta nähdä.



Kaavio 16. Suprien kustannukset (Huom. Supra 5 käytössä vuonna 2014 vain kuukaudet 1-7)

Kokonaisuutena Supra 3:n kustannuskehitys on ensimmäisen neljän vuoden aikana maltillinen ja kustannukset pysyvät tällä tarkasteluvälillä kohtuullisella tasolla. Selvää kustannusten kasvua on havaittavissa vasta viidennen käyttövuoden aikana, jolloin kunnossapitokustannukset kasvavat noin kolmanneksen neljanteen käyttövuoteen verrattuna. Vuosien 2007 - 2010 kustannukset ovat noin puolet vuosina 2011 - 2013 kertyneistä kustannuksista. Voidaan siis sanoa, että neljännen käyttövuoden jälkeisillä vuosittaisilla kustannuksilla koneen peruskorjaaminen tulee ajankohtaiseksi noin viidessä vuodessa, jos peruskorjaamisen tarpeellisuus suhteutetaan aiheutuneiden kustannusten ja uuden koneen hankintahinnan välillä. Supra 3:n kunnossapitokustannusten perusteella koneen peruskorjaaminen voisi olla siis jo ajankohtaista, mutta vuonna 2014 tehdyn alustan kunnostuksen vuoksi koneella on todennäköisesti käyttövuosia vielä jäljellä. Käyttövuosien määrään vaikuttaa toki myös koneen muu yleinen kunto ja kuluvan vuoden 2015 kunnossapitokustannusten suuruus.

Supra 4:n kunnossapitokustannuksia tarkasteltaessa huomataan, että vuosittaiset kunnossapitokustannukset (kaavio 10) ovat kasvaneet jo neljäntenä käyttövuotena noin neljäsosaan uuden koneen hankintahinnasta. Koneen kunnossapitokustannuksissa on havaittavissa huomattavaa kasvua jo kolmannen käyttövuoden jälkeen, jolloin kustannukset yli kaksinkertaistuivat. Vuosina 2012 - 2014 kustannukset pysyvät lähes samalla tasolla koko ajanjakson ajan ja muodostavat uuden koneen hankintahinnan jo neljän vuoden aikana, mikäli koneen kustannukset pysyvät samalla tasolla vielä vuonna 2015. Koneen kokonaiskustannuksista suurin osa muodostuu siis vuosina 2012 - 2014, mikä viittaa koneen yleisen kunnon heikentymiseen. Myös muissa koneissa on havaittavissa samaa kustannusten nousua, joka ilmenee 3-5 vuoden kuluttua koneen käyttöönotosta.

Tiivistettynä Supra 4:n kunnossapitokustannusten nousu alkaa antaa merkkejä koneen yleisen kunnon heikentymisestä reilun kolmen vuoden ikäisenä. Kunnossapitokustannukset pysyvät kohtuullisella tasolla nämä ensimmäiset kolme vuotta, jonka jälkeen kustannuksissa ja varaosakulutuksessa nähdään merkittävää kasvua. Kustannusten tarkasteluvälillä 2009 - 2014 Supra 4:n kunnossapitokustannukset ylittävät jo uuden koneen hankintahinnan ja ne ovat vuositasolla jo 1/4 kyseisestä hinnasta. Näiden kustannustietojen perusteella koneen peruskorjaaminen voisi siis olla jo ajankohtaista.

Supra 5 poikkeaa muista koneista kunnossapitokustannuksien (kaavio 15) osalta, koska sen kustannuksissa on havaittavissa kasvua jo kolmantena käyttövuotena. Sen kunnossapitokustannukset lähes kaksinkertaistuivat kahteen edelliseen vuoteen verrattuna, toisin sanottuna vuosien 2010 – 2011 kustannukset olivat yhteensä yhtä suuret kuin vuoden 2012 kunnossapitokustannukset. Vuoden 2014 kustannukset ovat lähes yhtä suuret kahteen edelliseen vuoteen verrattuna, vaikka kone ei ollut kyseisenä vuotena käytössä kuin tammi-heinäkuun ajan. Tästä voidaan siis päätellä, että koneen kunnossapitokustannukset olisivat kasvaneet edellisistä vuosista, mikäli kone olisi ollut käytössä vuoden loppuun asti. Supra 5:n yhteenlasketut kunnossapitokustannukset olisivat olleet kustan-

nuskehityksestä päätellen olleet jo lähivuosina sitä luokkaa, että koneen uusiminen olisi ollut aiheellista. Nyt kuitenkin uusimistarvetta koneelle ei ole, koska kone peruskorjattiin uutta vastaavaksi 2014 tapahtuneen palovaurion takia.

Kunnossapitokustannustietojen tarkastelussa käytiin läpi myös koneiden varaosakustannustietoja. Kunnossapitotietojärjestelmästä eli KUTI:sta saatujen tietojen vertailua vaikeuttaa se, ettei alkuperäisissä kunnossapitotapahtumien tiedoissa ollut käytössä aikaleimaa ollenkaan, joten vertailu täytyi niiltä osin tehdä vain koneiden varaosakustannusten kokonaissummista. Koneen käyttövuodet vaikuttavat varaosakustannusten kokonaissummaan, mikä täytyi ottaa huomioon lukuja vertailtaessa.

Kaaviossa 17 on esitetty koneiden varaosien kustannusten kokonaissummat konekohtaisilta ajanjaksoilta, jotka alkavat koneen käyttöönottopäivästä ja päättyvät vuoden 2014 loppuun. Kustannukset on esitetty kertoimina, koska virallisia kustannustietoja ei haluta julkaista. Kaaviosta on nähtävissä konekohtaiset varaosakustannukset koko tarkastelujaksolta sekä suuntaa antava vuosikohtainen varaosakustannus. Esitetyistä luvuista huomataan, että koneiden keskimääräiset vuosikohtaiset kustannukset ovat lähes samansuuruiset, poikkeuksena Supra 4, jossa kokonaissumma on pienempi kuin muissa vertailtavissa koneissa. Supra 3 ja 5 ovat varaosakustannuksiltaan lähes identtiset, vaikka koneiden tarkastelujakson pituus eroaa toisistaan useammalla vuodella. Voidaan siis todeta, että koneet noudattavat lähes samaa kaavaa työhistorian lisäksi myös varaosakustannuksissa.

Kone	Kustannukset / koko aika	Kustannukset / vuosi	Ajanjakso
Supra 5	32,30	8,08	2010-2014
Supra 4	48,96	6,99	2008-2014
Supra 3	74,16	8,24	2006-2014

Kaavio 17. KUTI-järjestelmästä haetut konekohtaiset kertoimina esitetyt varaosakustannukset

Tässä opinnäytetyössä tehtävän tutkimuksen yksi osa-alueista oli suorittaa haastattelut huolto- ja käyttöhenkilöille. Haastatteluiden tarkoituksena oli saada laajempi näkemys koneiden nykyisestä toiminnasta, kunnosta ja niille tehtävien huoltosuunnitelmien toimivuudesta käytännössä. Haastatteluihin osallistui 6 huoltohenkilöä ja 4 käyttöhenkilöä. Osa vastauksista käsitellään vielä myöhemmin Kehityskohteet-osiossa sivuilla 47. Haastattelun kysymykset ovat nähtävissä kokonaisuudessaan opinnäytetyön liitteissä 3 ja 4.

Huoltohenkilöiden kysymyksiin saatiin muun muassa seuraavia vastauksia.

- Kysyttäessä mitä vikoja koneissa ilmenee eniten ja millä osa-alueella, vastauksia olivat muun muassa aisasto, lisäkippi, erilaiset öljyvuodot, akselit, alustan tukivarret ja rengasrikot. Näistä öljyvuodot mainittiin jokaisen ja alustan viat lähes jokaisen (4/6) huoltohenkilön vastauksissa.
- Haasteina tai epäkohtina koneiden huoltokäytännöissä nähtiin ennakkohuoltosuunnitelmien mukaisten huoltovälien noudattaminen, koska koneita harvoin saatiin tuntien täytyessä ajallaan huoltoon.
- Tärkeimpinä aina saatavilla pidettävänä osina mainittiin määräaikaishuollon tarvikkeiden lisäksi akselit, hihnat, letkut, hydraulikkapumput ja osat.
- Varaosien saatavuuden keskiarvoksi muodostui tasan 3 asteikoilla 1-5 (hyvä-huono).

Käyttöhenkilöiden haastatteluista saatiin seuraavia vastauksia ja mielipiteitä.

- Kysyttäessä mitä vikoja koneissa ilmenee ajon aikana eniten, vastauksia olivat muun muassa öljyvuodot, hydraulikkaviat ja ilmastoinnin ongelmat.
- Kaikki 4 haastateltua kuljettajaa kertoi ilmoittavansa viasta heti sen ilmettyä joko esimiehelle tai vuorohuollolle.
- Ajossa olevan koneen työskentelyn keskeyttämiseen johtaviksi syiksi luettiin hydraulikkaletkun rikkoutuminen ja rengasrikko.

- Vikoja tai puutteita koneissa havaittiin keskimäärin kerran vuoron aikana.
- Kaikki haastateltavat kertoivat tutkivansa koneen ennen työvuoron aloittamista mahdollisten epäkohtien löytämiseksi. Koneen silmämääräisen tarkastuksen lisäksi tarkastuksen kohteiksi mainittiin muun muassa nestepinnat ja renkaat. Epäkohdista kerrottiin ilmoitettavan esimiehelle heti vuoron alussa.

6.1 Ennakkohuoltotyöt

Yksi tärkeimmistä opinnäytetyön tehtävistä oli laatia Suprille mahdollisimman kustannustehokas ennakkohuoltosuunnitelma. Käytössä olevien ennakkohuoltosuunnitelmien tarkastelussa ei ollut havaittavissa puutteita huoltojen sisällössä tai niiden käytännöissä, koska huoltosuunnitelmat noudattivat pääsääntöisesti valmistajan laatimia huolto-ohjeita.

Työn tarkoituksena olikin parantaa kuonankuljetusajoneuvojen nykyistä kunnossapito-ohjelmaa tutkimalla, mitkä huolto-ohjelman kohdat eivät ole riittäviä ajoneuvoa käytettäessä kuonankuljetustöissä Outokummun tehtaalla. Tutkimusten edetessä nykyisen kunnossapito-ohjelman rinnalle lähdettiin lopulta laatimaan tarpeelliseksi näkemiä täydentäviä huoltoja ja tarkastuksia, joiden avulla voitaisiin ennaltaehkäistä lähinnä eniten koneissa esiintyneiden vikojen ja vaurioiden syntyminen sekä löytämään alkavat viat.

Näiden huolto-ohjeiden luomisessa lähtötietona käytettiin koneiden vikahistoriaa, varaosakulutusta ja kuljettaja/huoltohenkilöhaastatteluiden tuloksia, joiden avulla kartoitettiin, mitä vikoja ja vaurioita koneissa pääsääntöisesti ilmeni.

Alkuperäisten ennakkohuoltosuunnitelmien rinnalle lähdettiin laatimaan lähinnä tarkastusohjelmia, joiden tarkoituksena on havaita ja tarvittaessa korjata alkavat viat ennen kuin suurempia vaurioita pääsee syntymään. Tarkastusten lisäämisellä tavoitellaan huoltokustannusten pienenemistä, koska ajoissa havaitut viat saadaan korjattua ennen kuin suurempia vaurioita pääsee syntymään. Lisäksi

tarkastuksien avulla koneiden luotettavuus paranee, mikä tarkoittaa prosessissa koneiden hajoamisesta johtuvien häiriötuntien vähenemistä. Tarkastukset toki lisäävät työtunteja, mutta ovat edullisia verrattuna koneiden ennalta-arvaamattomista hajoamisista johtuviin korjauksiin, niihin käytettävään aikaan ja varaosien kuluihin.

Tarkemmassa koneiden vikahistorioiden tarkastelussa pystyttiin toteamaan, että erityisesti öljyvuodot ja rengasrikot olivat koneissa hyvin yleisiä ja aiheuttivat paljon koneiden työskentelyn keskeyttämisistä. Rengasrikot olivat työhistorian perusteella koneiden kunnossapitoa työllistävin osa-alue. Hyvin usein ilmenneet öljyvuodot olivat lähinnä hydraulikkaöljyvuotoja, jotka aiheutuivat erilaisten letkujen tai liitosten pettämisestä. Öljyvuotoja esiintyi useissa koneen eri pisteissä, mutta yleisimmin niitä ilmeni aisaston kaatosylintereissä ja lisäkipissä, lukitustapeissa sekä koneiden tukijaloissa. Öljyvuotojen lisäksi näihin osa-alueisiin kohdistui paljon mekaanisia vikoja, joita olivat muun muassa erilaiset liitosten, kiinnitysten ja nivelten repeämät. Myös vääränlaisen käytön seurauksena aiheutui paljon erilaisia mekaanisia vaurioita, kuten tukijalkojen vääntymisiä.

Suoritettujen haastatteluiden tuloksissa kävi ilmi, että edellä mainittujen vikojen lisäksi koneissa ilmeni usein alustan vikoja, joita olivat esimerkiksi tukivarsien ja nivelten pettämiset. Nämä aiheuttivat usein myös koneella työskentelyn keskeyttämisen. Lisäksi haastateltavien mukaan alustoihin kertyy paljon likaa, joka syövyttää jarruputkia ja rasvalinjoja. Ne eivät aiheuta välittömiä ajoa keskeyttäviä vikoja, mutta ovat pitkässä juoksussa koneiden kunnon ja toiminnan kannalta kriittisiä. Haastatteluissa tuotiin esille myös kesäisin ilmaantuvat koneiden ilmastoinnin ja hytin ilmapuhtauden ongelmat, joka johtuu pitkälti pölyisistä ajo-olosuhteista. Edellä mainittujen lisäksi ennakkohuoltoihin lisättiin tapahtumia muidenkin Outokummulla käytyjen keskustelujen perusteella.

Näiden tietojen perusteella laadittiin seuraavia lisäyksiä nykyiseen kunnossapito-ohjelmaan:

- alusta perusteellinen pesu, jossa huomioidaan jarruputkien ja rasvalinjojen puhtaus
- keskusvoitelujärjestelmän tarkastus, jossa tarkastetaan järjestelmän kunto ja toiminta, annostelijoiden ja viimeisten pisteiden toiminta sekä suoritetaan rasvaus kaavion mukaan ja keskusvoitelun rasvasäiliön täyttö
- hydraulikkajärjestelmien tarkastus, jossa tarkastetaan järjestelmien kunto ja toiminta, hydraulikkaletkujen ja liitosten kunto sekä hydraulikkaöljyjen määrät
- renkaiden ja voimansiirron tarkastus, jossa tarkastetaan renkaiden kunto, ilmanpaine ja kuluneisuus, pyöränmuttereiden kiinnitys sekä todetaan voimansiirron öljyvuodot ja voidellaan nivelakselit
- alustan ja voimansiirron tarkastus, jossa tarkastetaan nivelakselit, nivelet ja ruuviliitokset, akselistojen kiinnitykset ja jousipaketit, vetopyörästöjen ja napavälitysten öljymäärät, ohjausvivuston ja pallonivelten kunto sekä ohjauslaitteiden kiinnitykset
- vain kesällä tehtävä ilmastointilaitteen tarkastus ja raitisilmasuodattimen vaihto, jossa suoritetaan raitisilmasuodattimen vaihto, ilmastointilaitteen toiminnan tarkastus sekä ilmastointilaitteen hihnan kireyden ja kunnon tarkastus
- jäähdytysjärjestelmän tarkastus, jossa tarkastetaan jäähdytysnesteletkut ja jäähdyttimen kunto, jäähdytysnesteiden määrä, tuulettajan/laturin hihnan kireys ja kunto sekä suoritetaan tuulettajan navan laakerin voitelu
- kääntymisen rajoittimien tarkastus, jossa suoritetaan kääntymisen sähköisten (ja mekaanisten) rajojen toiminnan tarkastus
- tukijalkojen tarkastus, jossa tarkastetaan tukijalkojen toiminta, kiinnitykset ja kunto sekä tukijalkojen hydrauliletkujen ja liitosten kunto
- aisaston ja lisäksi tarkastus, jossa tarkastetaan aisaston sylinterit, kiinnitykset ja hydrauliletkujen kunto sekä lisäksi sylinterit, kiinnitykset ja kunto.

Näiden toimenpiteiden lisäksi koneiden ennakkohuolto-ohjelmassa suoritetaan A ja B-huollot normaaliin tapaan eli A-huolto 250 käyttötunnin ja B-huolto 1000 käyttötunnin välein. Uudet ennakkohuoltotapahtumat ovat alustavia suunnitelmia ja toimeksiantajalla on mahdollisuus muokata niitä vielä tarpeiden mukaan. Valmiit ennakkohuoltotyön suunnitelmat syötetään valmiille Excel-pohjalle, johon merkitään työn kohde, työn nimi, ja kuvaukseen kaikki tarvittava tieto suoritettavasta huollosta ja siinä tarvittavista materiaaleista. Lisäksi pohjalle tulee muita tarkentavia tietoja, kuten arvioitu huollon kesto, suoritettava ryhmä, vastuuhenkilö sekä huollon ajoitukset, jonka perusteella kunnossapitojärjestelmä tekee ja ajoittaa työmääräimet. Kuvassa 10 on esimerkki ennakkohuoltotyön pohjasta ja töiden ajoituksista.

Kohde (OID)	Työn nimi	Kuvaus	Ajoitusperiodi	Ajoitustyyppi	Ajoituksen ohjausarvo 1	Ajoituksen ohjausarvo 2	Ajoituksen ohjausarvo 3	Viikonpäivä jolloin työ ajastuu	Näkyminen listalla (arvo)	Näkyminen listalla yksikkö
myOID	myName	myDesc	myRecPer	myRecType	myRV1	myRV2	myRV3	myRPD	myLead	myLeadUnit
Työn kohteen OID	Työn nimi	Työn kuvaus teksti Kolme # merkkiä toimii rivinvaihtona	1 = Päivittäin 2 = Viikottain 3 = Kuukausittain 4 = Vuosittain 5 = Seisokissa	1 = Joka arkipäivä 2 = Viikottain 3 = Kuukausittain 4 = Vuosittain 5 = Seisokissa	myRecType = 2 Joka X viikko myRecType = 3 Joka X kuukausittain viikonpäiväjakso 0 =	myRV2 = 1 = Oletuksena myRecType = 2 1 = Oletuksena myRecType = 3 Joka X kuu myRecType =	myRV3 = 1 = Oletuksena myRecType = 2 1 = Oletuksena myRecType = 3 1 =	myRPD = myRecType = 1 1 = Oletuksena myRecType = 2 1000000 = maanantai 0100000 = tiistai 0010000 = keskiviikko jne... HOX! Voi yhdistellä päiviä myRecType = 3 1 = Oletuksena	myLead Lukuarvo	myLeadUnit 0 = Päivä 1 = Viikkoja 2 = Kuukausia 3 = Vuosia
12345	Työ 1	Ajoitus joka arkipäivä. Työ näkyy listoilla 1 vuorokausi ennen työn suunniteltua aloitusajankohtaa. Työn ajoitus alkaa 4.11.2013 ja ajoitus jatkuu kunnes toisin määritellään.	1	1	1	1	1		1	0
12345	Työ 2	Ajoitus viikottain joka 4 viikko maanantaisin. Työ näkyy listoilla 7 vuorokautta ennen työn suunniteltua suoritusajankohtaa. Työn ajoitus alkaa 4.11.2013 ja ajoitus lopetetaan 5 kerran jälkeen.	2	2	4	1	1	1000000	7	0
12345	Työ 3	Ajoitus kuukausittain kuun viidentenä päivänä joka 4 kuukausi. Työ näkyy listoilla 1 viikko ennen työn suunniteltua suoritusajankohtaa. Työn ajoitus alkaa 4.11.2013 ja ajoitus lopetetaan 1.1.2015 jälkeen.	3	3	5	4	1		1	1
12345	Työ 4	Ajoitus kuukausittain toisen viikon maanantaina joka 5 kuukausi. Työ näkyy listoilla 2 viikkoa ennen työn suunniteltua suoritusajankohtaa. Työn ajoitus alkaa 4.11.2013 ja ajoitus jatkuu kunnes toisin määritellään.	3	4	1	3	5		2	1
12345	Työ 5	Ajoitus vuosittain 1 päivä tammikuuta. Työ näkyy listoilla 1 kuukausi ennen työn suunniteltua suoritusajankohtaa. Työn ajoitus alkaa 4.11.2013 ja ajoitus jatkuu kunnes toisin määritellään.	4	5	1	0	1		1	2
12345	Työ 6	Ajoitus vuosittain 1 arkipäivä huhtikuuta. Työ näkyy listoilla 2 kuukautta ennen työn suunniteltua suoritusajankohtaa. Työn ajoitus alkaa 4.11.2013 ja ajoitus jatkuu	4	6	0	1	3		2	2

Kuva 10. Ennakkohuoltotyön esimerkkipohja (Outokummun sisäinen O`net, hakupäivä 4.3.2015)

6.2 Varaosat

Varaosat ovat koneen kunnossapidon kannalta merkittävässä asemassa, koska niiden hyvällä saatavuudella pystytään turvaamaan koneiden vikaantuessa nopea kuntoon laitto eikä konetta näin ollen tarvitse seisottaa tyhjänpanttina huoltohallilla odottamassa varaosia. Erityisesti kriittisiä eli kulutetuimpia ja koneiden toiminnan kannalta tärkeimpiä osia tulisi pitää aina saatavilla omassa varastossa.

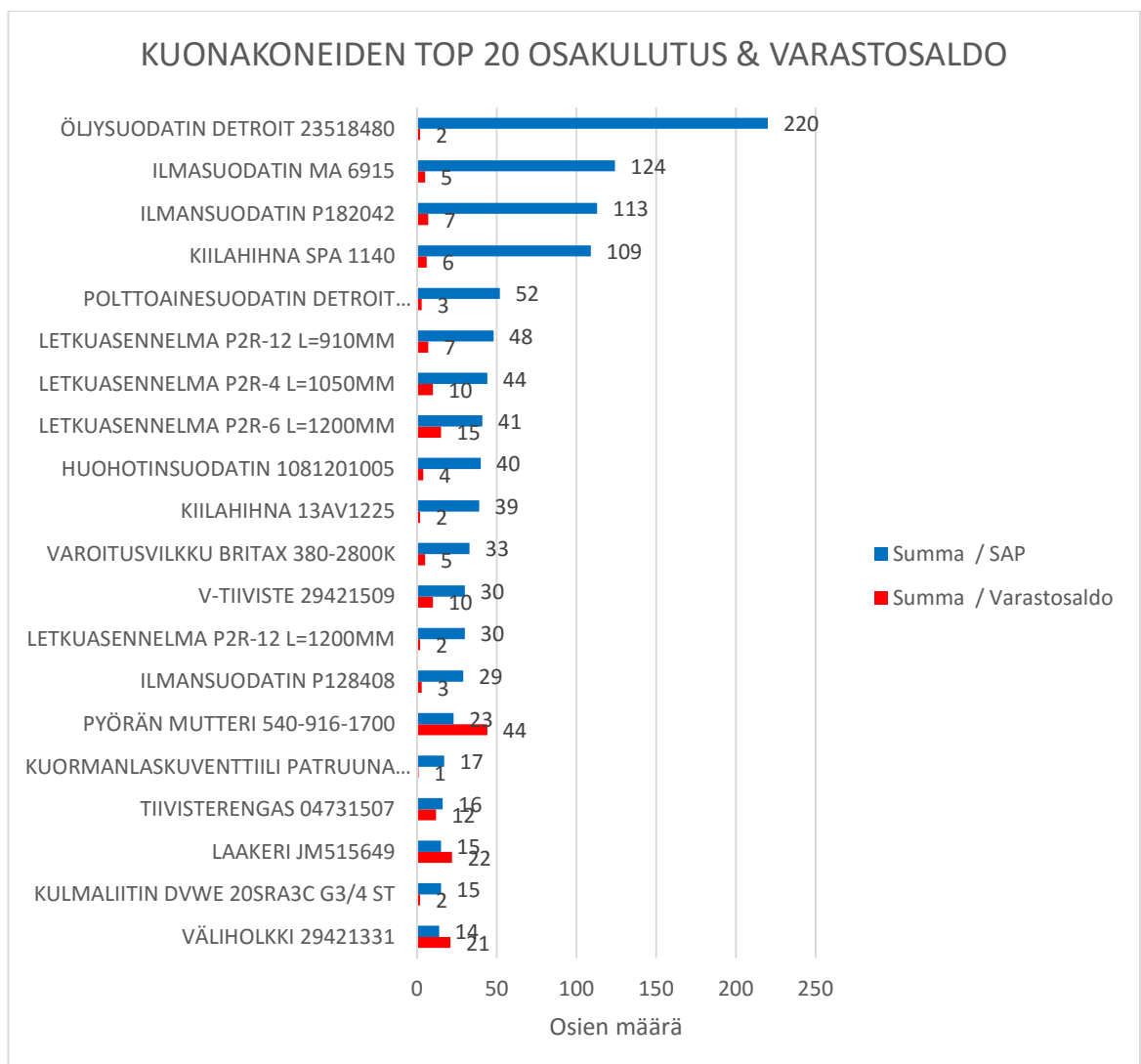
Outokummun omassa varastoinnissa on tähän asti pyritty pitämään tärkeiksi katsottuja kuonakoneiden varaosia, mutta itse osien kriittisyystarkastelua eikä varastosaldojen suhteuttamista osien kulutukseen ollut tehty. Osien kriittisyystarkastelussa keskeisimpinä asioina oli varaosien kulutustietojen ja varastosaldojen sekä valmistajan toimitusaikataulujen tarkastelu.

Varaosien kriittisyystarkastelu tehtiin listaamalla SAP-järjestelmästä saatujen tietojen pohjalta kunkin kuonankuljetusajoneuvon materiaalikulutus. Materiaalikulutuksen perusteella pystyttiin toteamaan, mitä osia oli kulutettu ja minkä verran. Näitä lukuja verrattiin suoraan oman varaston varastosaldoihin, jonka perusteella saatiin mielikuva varastossa olevien eniten kulutettujen osien saatavuudesta. Varastosta puuttuvien osien saatavuudet oli listattu erikseen valmistajan toimittamissa varaosien toimitusaikatauluissa. Keskusvaraston ja valmistajan varaosalistojen nimikenumeroiden poikkeavuuksien takia ei pystytty suoraan jäljittämään jokaiselle kulutetulle varaosalle omaa toimitusaikataulua, minkä takia kriittisyystarkastelu jäi siltä osin puutteelliseksi. Tutkimuksissa oli alun perin käytettävissä SAP- ja KUTI-järjestelmästä saadut kunnossapitotiedot, joista lopulta päädyttiin käyttämään SAP-järjestelmästä saatuja arvoja paremman luotettavuuden takia. On huomioitavaa, että materiaalikulutustilastot tehtiin vain nimikkeellisistä varaosista eli varastonhallinnan ulkopuolella olevia osia ei otettu mukaan tilastoon.

Kaaviossa 18 (sivulla 45) on esitetty kuonakoneiden 20 eniten kulutettua varaosaa ja niiden varastosaldo keskusvarastolla. Kulutukset on kerätty koneiden koko käyttöajalta ja määrät kuvaavat kolmen kuonakoneen yhteenlaskettuja nimikkeellisten osien varaosakulutuksia.

Kuten kaaviosta nähdään, kulutetuimmat osat ovat lähinnä huolloissa käytettäviä osia, kuten erilaisia suodattimia. Kaavion perusteella kriittisiksi osiksi voidaan lukea muun muassa kiilahihnat ja letkuasennelmat, koska niiden rikkoontuessa kuonakoneen työskentely keskeytyy tai vähintään vaikeutuu. Näitä varaosia olisi hyvä pitää aina omassa varastossa saatavilla. Kaikki letkuasennelmat eivät kuulu kriittisien osien joukkoon ja niiden merkitys koneen toiminnalle onkin selvitettävissä varaosatietojen perusteella. Periaatteessa osan kriittisyys on sitä pienempi,

mitä pienempi on rikkoontuneen osan merkitys koneen toimintaa ajatellen. Suodattimet eivät kuulu kriittisimpiin osiin, koska vanhalla suodattimella kuonakone pystyy suorittamaan työtehtävät suorituskyvyn muuttumatta tiettyyn pisteeseen asti. Kaavion perusteella varastosaldot ovat kriittisten osien osalta kunnossa, koska niitä osia on varastossa heti saatavilla useampi kappale. Suositeltavaa toki olisi, että listan varaosia pyritäisiin pitämään aina varastossa kulutukseen suhteutettu määrä. Toisin sanoen osien varastosaldot tulisi suhteuttaa kulutukseen ja siihen, kuinka tärkeäksi osan merkitys nähdään koneen toiminnan kannalta.



Kaavio 18. Kuonakoneiden 20 eniten kulutettua varaosaa ja niiden varastosaldot.

Lisäksi valmistajan toimitusaikatauluista kartoitettiin ne Suprien varaosat, joita valmistajalla ei ollut tarkastelua tehtäessä varastossaan ollenkaan ja joilla toimitusaika oli useita viikkoja. Nämä osat aiheuttavat rikkoontuessaan pahimmassa tapauksessa koneelle usean viikon käytöstä poistamisen, jos osaa ei löydy omasta varastosta eikä sitä saada valmistajaltakaan lyhyellä varoitusaikalla. Kaikki osat eivät toki aiheuta rikkoontuessaan koneen toimintakyvyn menettämistä. Esimerkiksi vetoakselin rikkoontuessa kone voi menettää toimintakykynsä ja uuden osan toimitusaikakin on valmistajan listassa lähes 19 viikkoa. Tästä syystä Outokummulla pidetäänkin omassa varastoinnissa kaikki viisi huollettua akselia. Näin kannattaa toimia myös muiden kriittisten osien kohdalla, mikäli toimitusaika valmistajalta on pitkä.

Kaaviossa 19 (sivulla 47) on esitetty TOP 30 listaus valmistajan toimitusaikataulun varaosista, joilla on pisin toimitusaika ja joita ei ollut varastossa ollenkaan listausta tehtäessä. Joidenkin osien kohdalla on toki mahdollista, että niiden valmistus on lopetettu ja tästä syystä niitä ei ole koneen valmistajan varastossakaan. Kaaviosta on nähtävissä, että listalla on paljon voimansiirtoon, ohjaukseen ja hydraulikkaan liittyviä osia. Suurin osa listan osista ovat pitkäikäisiä, mutta rikkoontuessaan elintärkeitä koneen toimintakykyä ajatellen. Tässä listauksessa on huomioitavaa, ettei osia voitu verrata materiaalikulutuksen osiin eriävän tuotekoodin eli nimikkeen takia.

Kuvaus	Osasto	Toimitusaika vk (jos ei varastossa)
Z-LINK	steering	21
PISTON PUMP	general hydraulics	20
DRIVE SHAFT	powertrain	19
DRIVE SHAFT	powertrain	19
TRACK ARM ASSEMBLY	steering	18
RELAY VALVE	general hydraulics	16
BEARING ASSEMBLY	bogie	13
CYLINDER	frame	13
TRACK ARM ASSEMBLY	steering	13
VALVE	general hydraulics	12
LOCK	cabin	12
EQUALIZER LEVER	bogie	11
PLATE LUG	steering	11
SWING LEVER	bogie	11
TIE LEVER MOUNTING	bogie	10
INSTRUCTION PLATE	cabin	9
PANEL LABEL	cabin	9
ASSEMBLY KIT	general hydraulics	9
LEVER	cabin	9
OSCILLATION	bogie	9
SWING LEVER	bogie	9
SWING LEVER	bogie	9
valve	cabin	9
VALVE	general hydraulics	9
HOUSING	powertrain	9
PISTON	powertrain	9
TIE ROD MOUNTING	bogie	8
TIE ROD MOUNTING	bogie	8
AXLE HOUSING	powertrain	8
BALL JOINT	steering	7

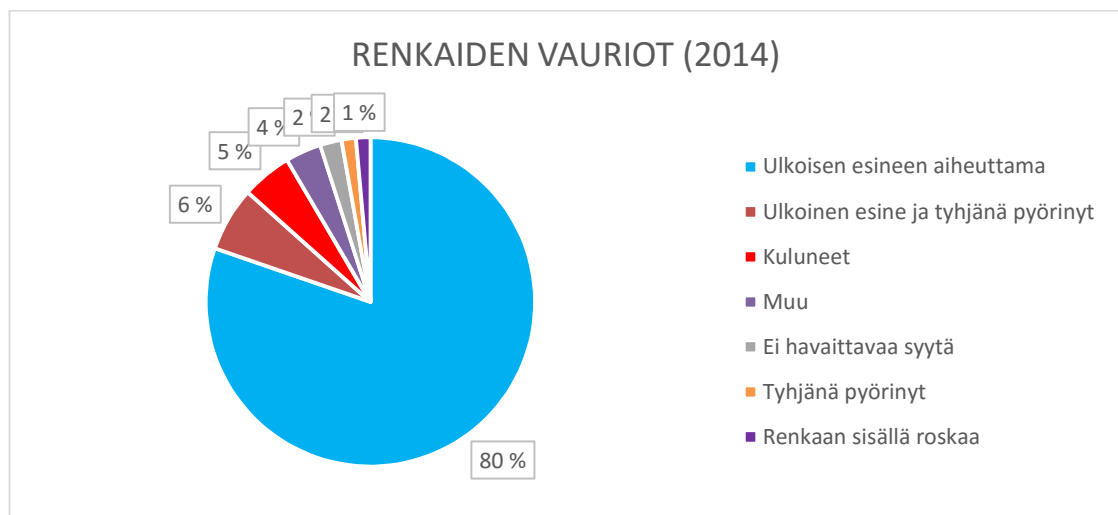
Kaavio 19. Valmistajan toimitusaikataulun TOP 30 varaosat, joilla pisin toimitusaika ja varastosaldo 0 (4.5.2015).

6.3 Kehityskohteet

Tutkimuksen yksi tehtävistä oli selvittää mahdolliset kehityskohteet osittain huoltaja- ja kuljettajahaastatteluiden avulla. Haastatteluissa kehityskohteita tuli ilmi useampikin, mutta varteenotettavimmiksi nousi koneiden ajoreittien kunto ja sen vaikutus koneen rengaskulutukseen ja alustan vikojen määrään. Koneiden kuljettajien mielestä koneiden ajoreitit ovat ajoittain luokattoman huonossa kunnossa, koska tiet ovat kuoppaisia ja niillä lojuu sinne kuulumattomia metalliesineitä. Erään kuljettajan mukaan teiden parempi kunnossapito vaikuttaisi suoraan koneiden alustojen kestävyYTEEN ja renkaiden ehjänä pysymiseen.

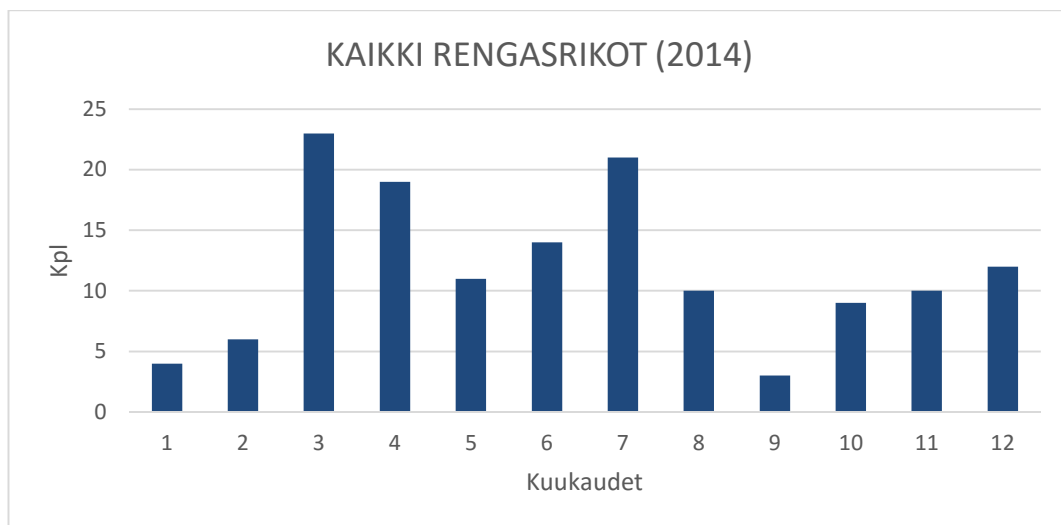
Ajoreitit ovat talvella kohtuullisessa kunnossa, mutta kevään myötä lumen alta paljastuvat kaikki epätasaisuudet ja metallikappaleet. Ulkoisten esineiden aiheuttamia rengasrikkoja tapahtuu koneille niin paljon, että ehdottaisin ainakin ajoreiteille säännöllistä puhtaanapitoa. Myös tien tasaisuuteen tulisi kiinnittää huomiota, koska epätasaisuudet kuluttavat nopeasti raskaan kuonankuljetusajoneuvon alustan osat.

Kaaviossa 20 on esitetty kuonakoneiden renkaiden vaurioiden aiheuttajat vuonna 2014. Kuten kaaviosta nähdään, suurin osa vaurioista on ulkoisen esineen aiheuttamia. Kaaviossa käsitellyt vauriot ovat renkaista, joita ei voitu enää korjata.



Kaavio 20. Kaikkien koneiden renkaiden vauriotyypit vuonna 2014.

Kaaviossa 21 on esitetty kaikkien koneiden yhteenlasketut rengasrikot vuonna 2014. Suurin osa rengasrikoista ajoittuu maaliskuun ja heinäkuun väliselle ajalle. Talviaikana rengasrikot ovat huomattavasti harvinaisempia, koska lumi tasoittaa ajettavia teitä ja terävät kivet sekä metalliesineet peittyvät lumen alle. Kaaviot on luotu käyttäen yhteistyökumppanin ylläpitämiä rengaskustannusten tilastoja. Yhteistyökumppani pitää rengaskulutuksesta yllä online-tyyppistä raportointia, jota päivitetään tapahtumien osalta useita kertoja viikossa noin yhden päivän viiveellä. Tämän avulla rengaskulutuksesta, kustannuksista ja vaurioiden aiheuttajista pysytään hyvin ajan tasalla.



Kaavio 21. Kaikkien koneiden yhteenlasketut rengasrikot vuonna 2014.

Kehityskohteeksi voidaan lukea myös koneiden alustojen pesun tarpeellisuus, koska riittävällä puhtaudella saavutetaan parempi havaittavuus alkavien vikojen osalta. Alustoihin pakkautuva lika aiheuttaa muun muassa jarruputkien ja rasvalinjojen syöpymistä, mikä on ennaltaehkäistävässä alustan pesujen avulla. Alustojen likaisuus vaikuttaa myös niiden huoltamiseen, koska usein asentajilla kuluu aikaa jo pelkän alustassa olevan korjauskohteet puhdistamiseen ennen kuin itse korjaustoimenpidettä päästään suorittamaan. Alustan pesusta tehtiin myös ennakkohuoltotyö, mutta tämä on kehityskohteisiinkin mainitsemisen arvoisen asia.

Kuljettajahaastatteluissa myös hydraulikkajärjestelmään toivottiin muutosta. Haastateltavan mukaan koneen kierroslukumäärää joutuu työstöliikkeiden aikana nostamaan, että kone jaksaa tehdä halutun työn, esimerkiksi nostamaan täyden kuonapadan koneen lavalta maahan. Tämä johtuu mahdollisesti alimitoitetusta lavarakenteiden hydraulikkajärjestelmästä, jonka takia koneen moottorin ja hydraulikkapumppujen kierroksia joudutaan nostamaan saadakseen aikaan tarpeeksi suuren paineen suoritettavan työstöliikkeen aikaan saamiseksi. Mahdollisesti juuri tämä aiheuttaa hydraulikkaöljyjen kuumenemista, mutta sitä ei voida varmuudella todeta ainoaksi kuumenemisen aiheuttajaksi.

Näin ollen ehdottaisin, että koneiden lavarakenteisiin kytköksissä oleva hydraulikkajärjestelmä otettaisiin tarkasteluun ja tutkittaisiin, voisiko järjestelmälle tehdä koneen käyttöä parantavia muutoksia. Mahdollisilla muutoksilla saataisiin aikaan järjestelmä, jonka avulla lavarakenteiden työstöliikkeet voitaisiin tehdä konetta huudattamatta eli nykyisiä pienemmillä hydraulikkapumpun kierroksilla, mikä taas vaikuttaisi hydraulikkajärjestelmän kestävyyteen sekä koneella työskentelyn helpottumiseen. Lisäksi kuumenevien öljyjen aiheuttamat vahingot ja vaurioiden määrät saataisiin pienennettyä tai jopa hävitettyä kokonaan.

Koneisiin toivottiin kuljettajien toimesta myös toimivia käyttötuntimittareita, joiden avulla kuljettajilla olisi helpompi seurata milloin koneen huolto alkaa olla ajankohdainen. Tämä myös edesauttaisi sitä, että koneet pysyisivät paremmin huoltorytmissään eli huollot saataisiin suoritettua ennakkohuoltosuunnitelman mukaisesti. Lisäksi huoltorytmeissä pysyminen helpottuisi, jos kuljettajat vähentäisivät tiettyjen koneiden suosimista ja ottaisivat muitakin koneita käyttöön edes Suprien huoltojen ajaksi.

Muina kehityskohteina haastatteluissa esille tuli kuljettajien paremman tiedonkulun kehittäminen. Varsinkin huoltohenkilöiden mielestä kuljettajien tulisi kirjata esimerkiksi koneessa olevaan päiväkirjaan mahdolliset vuorossa havaitut viat ja poikkeamat koneen toiminnassa. Vuoropäiväkirjatyylinen kirjaaminen edesauttaisi sitä, että esimerkiksi alkava vika olisi seuraavankin vuorokuskin tiedossa ja näin ollen hän voisi toiminnallaan ehkäistä mahdollisten lisävaurioiden syntymisen. Lisäksi huollon asentajat voisivat huollon tai korjauksen yhteydessä tarpeen vaatiessa tarkistaa päiväkirjasta, mitä vikoja kuljettajat olivat koneessa havainneet. Vuorot, jolloin vikoja tai muuta huomioitavaa ei ole, tulisi kirjata päiväkirjaan esimerkiksi muodossa ”ei huomioita”. Tämä toimenpide siksi, ettei seuraava vuoro luule kirjaamisen unohtuneen aiemmin vuorossa olleelta kuljettajalta. Vuoropäiväkirja on käytössä esimerkiksi TIPS-järjestelmässä ja sen on todettu toimivaksi informaation lähteeksi eri vuorojen väliseen kommunikointiin. Kuonakoneisiin paperiversio vuoropäiväkirjasta olisi kuitenkin sähköistä versiota helpompi ja käytännöllisempi vaihtoehto, koska kirjaukset on helppo toteuttaa eikä siihen kulu juuri aikaakaan sähköiseen kirjaamiseen verrattuna. Toki kirjallisessa

versiossa negatiivisena puolena voidaan nähdä se, ettei tieto kulje kunnossapitojärjestelmään asti. Tämän ongelman voisi ratkaista esimerkiksi niin, että joku kirjaisi kuukausittain päiväkirjaan kirjatut tärkeäksi nähdyt merkinnät ja huomiot sähköiseen kunnossapitojärjestelmään.

Ajoneuvohuollon asentajat toivoivat myös kuonankuljetusajoneuvojen kuljettajien parempaa perehdyttämistä koneiden oikeaoppiseen käyttämiseen, koska monet koneiden vauriot ovat syntyneet juurikin ohjeidenvastaisen toiminnan vuoksi. Myös valmistajan käyttöohjekirjan mukaan ajotavalla on noin 40 %:n osuus koneen käyttöikään vaikuttavista tekijöistä.

Haastateltavien mukaan erityisesti uusien kuljettajien perehdyttämiseen pitäisi kiinnittää enemmän huomiota. Perehdytysvaiheessa uusille kuljettajille tulisi myös informoida, minkälaisella ajotavalla konetta tulisi kuljettaa ja mitkä toimintatavat taas aiheuttavat koneen paikkojen vaurioitumisen. Tiettyihin koneella tehtäviin työvaiheisiin olisi myös suositeltavaa tehdä kirjalliset ohjeet koneen ohjaamoon, mielellään näkyvälle paikalle.

Haastatteluissa kävi myös ilmi, että kunnossapitotietojärjestelmään huoltojen ja korjausten kirjaamiset ovat asentajille haasteellisia. Järjestelmää pidettiin vaikeakäyttöisenä eikä haluttua tietoa saanut kaivettua helposti esille. Erityisesti koneiden huoltohistorian hakemisessa oli vaikeuksia ja huoltojen kirjaukset nähtiin puutteellisina.

Näin ollen ehdottaisin, että asentajille järjestettäisiin kattavampaa perehdytystä kunnossapitotietojärjestelmän käyttöön. Järjestelmän toimintaperiaatteen voisi ottaa tarkasteluun ja sen myötä asentajille voitaisiin luoda erilaisia toimintaohjeita, miten järjestelmää tulisi käyttää. Erityisesti tulisi kiinnittää huomiota niin sanottujen oikoteiden löytämiseen, joiden avulla järjestelmän käytöstä tulisi helpompaa ja nopeampaa. Oikotieksi voidaan lukea esimerkiksi tietokoneen työpöydälle asetettava pikalinkki johonkin kunnossapitojärjestelmän osioon, josta asentaja pääsee suoraan kirjaamaan tai selaamaan esimerkiksi Supran kunnossapitotapahtumia.

Lisäksi asentajia tulisi kannustaa kunnossapitotapahtumien perusteellisempiin kirjaamisiin, koska niiden avulla koneiden vika/huoltohistoriasta oltaisiin paremmin perillä ja tiedettäisiin tarkasti, mitä koneille on milloinkin tehty. Lisäksi kattavien kunnossapitotietojen avulla olisi tulevaisuudessa helpompaa kartoittaa koneiden uusimistarve sekä muuttaa huoltokäytäntöjä tarpeen vaatiessa.

Tiivistettynä kehityskohteina näkisin siis seuraavat asiat:

1. kuonakoneiden ajoreittien kunnossapidon parantaminen
2. koneille säännölliset alustojen pesut
3. koneiden lavarakenteiden hydraulikkajärjestelmän tarkastelu ja mahdolliset muutokset
4. koneiden käyttötunnit (käyttötuntimittarit) kuljettajien näkyville
5. koneisiin vuoropäiväkirja vikojen ja huomioiden kirjaamista varten
6. kuljettajien parempi perehdytys koneiden oikeaoppiseen käyttöön
7. asentajien perehdytys kunnossapitotietojärjestelmän käyttöön ja kannustus kunnossapitotapahtumien perusteellisempaan kirjaamiseen.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuonankuljetusajoneuvojen nykyinen kunto käymällä läpi niiden kunnossapitotiedot KUTI- ja SAP-järjestelmistä. Koneiden nykyisen kunnon ja niiden kunnossapidosta aiheutuneiden kustannusten perusteella koneille määritettiin peruskorjaamisen tarve. Työssä tarkasteltiin myös koneiden nykyistä kunnossapito-ohjelmaa ja parannettiin sitä mahdollisuuksien mukaan lisäämällä ohjelmaan erilaisia koneiden kunnon tarkastuksia ja toimenpiteitä, kuten alustan pesut. Lisäksi työssä suoritettiin haastattelut käyttö- ja huoltohenkilöille, joiden perusteella saatiin laajempi kuva koneista ja niiden huollosta. Haastatteluilla oli myös suuri merkitys tutkimuksessa käsiteltävien koneiden kehityskohteiden laatimisessa.

Yksi tärkeimmistä työn havainnoista löytyi koneiden kunnon selvityksen yhteydessä. Lähes poikkeuksetta kaikkien koneiden kunnossapitokustannuksissa havaittiin nousua jo 2-3 vuoden käytön jälkeen, mikä viittaa koneen ja sen rakenteen heikkenemisen alkamiseen.

Koneista ainakin Supra 4 on peruskorjaamisen tarpeessa. Kyseisen koneen kustannukset ovat olleet korkealla tasolla jo kolmen vuoden ajan ja jatkavat kasvuaan tasaiseen tahtiin. Peruskorjaamisen avulla koneen kunnossapitokustannukset saataisiin pienennettyä murto-osaan nykyisestä ja näin ollen sen suorittaminen olisi koneelle suositeltavaa.

Supra 3:n kohdalla peruskorjaaminen olisi muuten jo ajankohtainen, mutta vuonna 2014 tehdyn alustan remontin takia se ei ole välttämätöntä, mikäli koneen muut osa-alueet ovat kunnossa. Kyseisen koneen peruskorjaustarve tiedetään tarkemmin, kun vuoden 2015 kustannukset saadaan selville.

Supra 5:llä peruskorjaamisen tarvetta ei tällä hetkellä ole, koska korjaus suoritettiin jo vuonna 2014. Alkuvuodesta 2015 uudelleen käyttöön otettu peruskorjattu kone pitäisi olla siis uudenveroisessa kunnossa.

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin mielestäni melko hyvin. Työn tärkeimmissä tavoitteissa eli ennakkohuollon parantamisessa, koneiden nykyisen kunnon ja kehityskohteiden selvittämisessä sekä varaosien kriittisyyslistauksessa onnistuttiin lähes tavoitteiden mukaisesti. Työ osoittautui melko haastavaksi, koska koneiden kunnossapitotietoa oli paljon. Lisäksi huoltohistorian merkinnät olivat hieman puutteellisia, mikä teki niiden analysoimisesta hidasta ja työlästä.

LÄHTEET

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito n:o 13. Helsinki. KP-Media Oy.

Outokumpu Oyj 2014. Vuosikertomus. Viitattu 1.4.2015

http://www.outokumpu.com/SiteCollectionDocuments/Outokumpu_Vuosikertomus2014.pdf.

Outokumpu Oyj 2015a. Outokummun organisaatio. Viitattu 1.4.2015

<http://www.outokumpu.com/fi/yritys/organisaatio/Sivut/default.aspx>.

Outokumpu Oyj 2015b. Tornion tehtaat. Viitattu 1.4.2015

<http://www.outokumpu.com/fi/yritys/outokumpu-suomessa/tornion-tehtaat/Sivut/default.aspx>.

Outokumpu Oyj 2015c. Yritysesitys. Viitattu 1.4.2015

<http://www.outokumpu.com/fi/yritys/Sivut/default.aspx>.

Outokumpu Stainless Oy Tornio Works 2015. Outokummun sisäinen O`net. Viitattu 14.4.2015

Raskone Oy 2015. Raskone huoltopaketti-esite. Viitattu 17.10.2015

http://www.raskone.fi/media/tuotteistus/raskone-huoltopaketit-esite_2015-04-29a.pdf.

Sandvik AB 2008. TH680 käyttöohjekirja.

Sandvik AB 2010. TH680 technical specification. Viitattu 5.4.2015

[http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/5100/SAM/Internet/cl01023.nsf/Alldocs/Products*5CLoad*and*haul*machines*5CUnderground*trucks*2ATH680/\\$FILE/Technical%20specification%20Sandvik%20TH680-06.pdf](http://www.miningandconstruction.sandvik.com/sandvik/5100/SAM/Internet/cl01023.nsf/Alldocs/Products*5CLoad*and*haul*machines*5CUnderground*trucks*2ATH680/$FILE/Technical%20specification%20Sandvik%20TH680-06.pdf).

LIITTEET

Liite 1. A-Huollon sisältö

Liite 2. B-Huollon sisältö

Liite 3. Huoltohenkilöhaastattelun kysymykset

Liite 4. Käyttöhenkilöhaastattelun kysymykset

Liite 1. A-Huollon sisältö

A-Huolto	
Huoltoväli 250 h	
T= Tarkasta, V= Vaihda, R= Rasvaa, P= Puhdista, K= Kiristä, S= Säädä, L=Lisäys, M=Mittaus	
Moottori	
1	Öljy ja suodatin V
2	Käynti ja käynnistyvyys T
3	Käyntinopeus T/S
4	Polttoainelaitteiden toiminta T
5	Huopasuodatin V
6	Ilmansuodatin V
7	Tuulettajan/laturin hihna, kireys ja kunto T/K
8	Ilmastointilaitteen hihna, kireys ja kunto T/K
9	Polttoainesuodatin T
Jäähdytysjärjestelmä	
1	Nesteen pakkaskestävyys ja määrä T/L
2	Järjestelmän kunto T
Hydraulijärjestelmä	
1	Hydrauliöljy T
2	Letkut ja toiminta T
3	Nosto- ja laskunopeudet T
4	Vuodot T
Voimansiirto	
1	Vaihteistoöljy T
2	Vetopyörästä öljy T
3	Nivelakseli R/T
4	Napaöljyt T
Jarrujärjestelmä	
1	Jarrujen toiminta T
2	Käsijarrun liikevoima T
3	Rummut ja kengät T/S
Aisasto	
1	Kaatovivusto T
2	Rasvaus R
Akselisto ja renkaat	
1	Renkaiden kunto ja kuluneisuus T
2	Rengaspaineet ja pyöränmuttereiden kireys M/T
3	Ohjauslaitteiden kunto ja toiminta T
4	Taka-akselisto (hitsaukset ja rakenteet) T
Sähköjärjestelmä	
1	Valojen kunto ja toiminta T
2	Akkuneste T
3	Akkunesteen ominaispaine M
4	Latauksen toiminta T
5	Äänimerkin toiminta T
6	Mittareiden,merkki-ja varoitusvalojen toiminta T
Ohjaamo	
1	Kunto (maalaus, verhoilu jne.) T
2	Raitisilmasuodatin V
3	Runkorakenne ja hitsaukset T
4	Kiinnitys ja kumityyny T
5	Istuin (+ mahdollinen turvavyö) kunto T
6	Hallintalaitteiden toiminta T
7	Ilmastointilaitte T
8	Lasit ja pyyhkijät T
9	Tarrat ja kilvet T
Runko	
1	Hitsaukset ja rakenteet T
2	Moottorin ja vaihteiston kiinnitys T
Voitelu	
1	Voitelu kaavion mukaan R
2	Keskusrasvarin toiminta T/L
Lopputarkastus	
1	Koeajo X
2	Huoltopäiväkirjan ja tarran täyttäminen X

Liite 2. B-huollon sisältö

B-Huolto		
Huoltoväli 1000 h		
T= Tarkasta, V= Vaihda, R= Rasvaa, P= Puhdista, K= Kiristä, S= Säädä, L=Lisäys, M=Mittaus		
Moottori		
1	Öljy ja suodatin	V
2	Käynti ja käynnistyvyys	T
3	Käyntinopeus	T/S
4	Polttoainelaitteiden toiminta	T
5	Huopasuodatin	V
6	Ilmansuodatin	V
7	Tuulettajan/laturin hihna, kireys ja kunto	T/K
8	Ilmastointilaitteen hihna, kireys ja kunto	T/K
9	Polttoainesuodatin	V
Jäähdytysjärjestelmä		
1	Nesteen pakkaskestävyys ja määrä	T/L
2	Järjestelmän kunto	T
Hydraulijärjestelmä		
1	Hydrauliöljy	T
2	Letkut ja toiminta	T
3	Nosto- ja laskunopeudet	T
4	Vuodot	T
5	Suodattimet	V
Voimansiirto		
1	Vaihteistoöljy	V
2	Vetopyörästäön öljy	T
3	Nivelakseli	R/T
4	Napaöljyt	T
5	Suodattimet	V
Jarrujärjestelmä		
1	Jarrujen toiminta	T
2	Käsijarrun liikevoima	T
3	Rummut ja kengät	T/S
Aisasto		
1	Kaatovivusto	T
2	Rasvaus	R
Akselisto ja renkaat		
1	Renkaiden kunto ja kuluneisuus	T
2	Rengaspaineet ja pyöränmuttereiden kireys	M/T
3	Ohjauslaitteiden kunto ja toiminta	T
4	Taka-akselisto (hitsaukset ja rakenteet)	T
Sähköjärjestelmä		
1	Valojen kunto ja toiminta	T
2	Akkuneste	T
3	Akkunesteen ominaispaine	M
4	Latauksen toiminta	T
5	Äänimerkin toiminta	T
6	Mittareiden,merkki- ja varoitusvalojen toiminta	T
Ohjaamo		
1	Kunto (maalaus, verhoilu jne.)	T
2	Raitisilmasuodatin	V
3	Runkorakenne ja hitsaukset	T
4	Kiinnitys ja kumityyny	T
5	Istuin (+ mahdollinen turvavyö) kunto	T
6	Hallintalaitteiden toiminta	T
7	Ilmastointilaitte	T
8	Lasit ja pyyhkijät	T
9	Tarrat ja kilvet	T
Runko		
1	Hitsaukset ja rakenteet	T
2	Moottorin ja vaihteiston kiinnitys	T
Voitelu		
1	Voitelu kaavion mukaan	R
2	Keskusrasvarin toiminta	T/L
Lopputarkastus		
1	Koeajo	X
2	Huoltopäiväkirjan ja tarran täyttäminen	X

Liite 3. Huoltohenkilöhaastattelun kysymykset

Kysymykset huoltohenkilöille

- *Mitä vikoja koneissa ilmenee eniten? Millä osa-alueella?*
- *Mitä haasteita näet koneiden huoltamisessa?*
- *Mitä epäkohtia koneiden huoltokäytännöissä on?*
- *Miten huoltosuunnitelmaa pitäisi kehittää?*
- *Mitä koneiden osia pitäisi olla aina saatavilla?*
- *Mitä varaosia säilytetään varastohallinnan ulkopuolella? (esim. akselit)*
- *Millainen koneiden osien saatavuus on tähän mennessä ollut? Asteikolla 1-5?*
1 2 3 4 5
- *Mitä kehityskohteita koneissa tai niiden huoltokäytännöissä on?*
- *Onko vikojen/huoltojen kirjaamisessa epäkohtia? Miten kirjaamisesta tulisi kehittää?*
- *Kommentoitko tehtyä huoltoa/korjausta Kutille? Jos ei, miksi?*

Liite 4. Käyttöhenkilöhaastattelun kysymykset

Kysymykset Käyttöhenkilöille

- *Mitä vikoja koneissa ilmenee (ajon aikana) eniten rengasrikkosten lisäksi?*
- *Miten toimit, kun ajon aikana ilmenee poikkeama/vika, joka ei estä koneen käyttöä?*
- *Mikä on yleisin syy ajossa olevan koneen työskentelyn keskeyttämiseen?*
- *Onko koneissa käyttöä häiritseviä ominaisuuksia?*
- *Kuinka usein havaitset koneissa puutteita/vikoja?*
Kerran vuorossa / useita kertoja vuorossa / kerran vuorokierron aikana / harvemmin
- *Tutkitko konetta ennen työvuoron aloittamista mahdollisten epäkohtien löytämiseksi? Jos ei, miksi? Jos kyllä, mitä tarkastat?*
- *Jos epäkohtia löytyy, ilmoitatko niistä heti eteenpäin?*
- *Mitä kehityskohteita koneissa tai niiden huoltokäytännöissä on?*
- *Muuta kehitettävää?*